Gesamtstrategie zur Verminderung von Umweltbelastungen

Gemäß § 2 der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung zwischen
dem Land Hessen,
dem Freistaat Thüringen und
der K+S KALI GmbH

- Überarbeitete Fassung vom 31.10.2009 -

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
2.	Grundlagen und bisherige Entwicklung	8
2.1	Grundlagen der Kaliproduktion	8
2.1.1	Rohsalzzusammensetzung der Standorte und Werke	11
2.1.2	Aufbereitungs- und Veredelungsverfahren	12
2.1.2.1	Heißverlösung	13
2.1.2.2	Waschverfahren	14
2.1.2.3	Flotationsverfahren	15
2.1.2.4	ESTA-Verfahren	16
2.1.2.5	Herstellung von Kaliumsulfat	18
2.1.3	Feste und flüssige Rückstände	18
2.2	Entwicklung der Salzabwassermengen	20
2.3	Entwicklung der Salzkonzentration in der Werra	22
2.4	Entwicklung der Versenkmengen	24
2.5	Entwicklung und Auswirkungen der diffusen Einträge in die Werra	25
2.6	Berechnungsmodell für Einleitung und Versenkung	31
3.	Bausteine der Gesamtstrategie	32
4.	Forschung und Entwicklung	34
4.1	Steinsalzvorabtrennung	34
4.2	Eindampfung weiterer magnesiumchloridreicher Lösungen	35
4.3	Verbringung von magnesiumchloridreichen Lösungen unter Tage	35
4.4	Verwertung der Rückstandshalden in der Nachbetriebsphase	36
4.5	Optimierte Salzlaststeuerung	36
4.6	Haldenwasserminimierung	37
4.7	Sonstige Maßnahmen	37
5.	Maßnahmen zur kurzfristigen Minimierung der Versenkung im Zeitraum bis 2011	38
5.1	Einsparung Prozessabwasser Werk Werra ab 2008	38
5.2	Länderübergreifender Salzabwasserverbund	39
5.3	Optimierung der Einleitsteuerung	41
5.4	Ermittlung der diffusen Einträge am Kiessee Dankmarshausen	41
5.5	Ausbau der Rückförderung aus dem Plattendolomit	42

5.6 Abschätzung der Salzabwassermengen für 2010 und 2011 44
5.7 Fazit: Maßnahmen zur kurzfristigen Minimierung der Versenkung im Zeitraum bis 2011 45
6. Zeitraum bis 2015 45
6.1 Bau einer Anlage zum Eindampfen von Magnesiumchloridlösung in Verbindung mit der Erweiterung des Gas-und-Dampfturbinen-Kraftwerkes am Standort Unterbreizbach (EDA) 48
6.2 Umstellung der Nassgewinnung von Kieserit auf das trockene ESTA-Verfahren 50
6.3 Bau einer Tiefkühlanlage für Salzlösungen am Standort Hattorf (LTK) 51
6.4 Weiterentwicklung der Flotation am Standort Wintershall 52
6.5 Aufbau einer Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS) für einen länderübergreifenden weiter verbesserten Gewässer- und Grundwasserschutz 53
6.6 Sonstige Maßnahmen 58
6.7 Effekte des Maßnahmenpakets 58
6.8 Einfluss des Härtegrenzwerts auf die Versenkung 60
6.8.1 Einleitung der Salzabwässer in die Werra bei 90 °dH 62
6.8.2 Einleitung der Salzabwässer in die Werra bei 65 °dH 63
6.8.3 Bilanzierung der eingeleiteten und versenkten Salzabwässer 64
6.8.4 Einfluss der Gesamthärte in einem trockenen Jahr 65
6.8.5 Einfluss der Gesamthärte in einem mittleren bzw. feuchten Jahr 65
6.9 Salzabwasserentsorgung bis 2015 66
6.10 Alternative Betrachtung mit und ohne NIS 68
6.10.1 Grundlagen der Szenarien 69
6.10.2 Volumenbetrachtungen für die Szenarien 71
6.10.3 Entwicklung der Gesamthärte 74
6.10.4 Entwicklung der Chloridkonzentration 75
6.10.5 Entwicklung der Kaliumkonzentration 77
6.10.6 Notwendigkeit des NIS-Systems 78
6.11 Prüfung einer Fernleitung 79
6.12 Fazit: Maßnahmen bis 2015 80
7. Zeitraum bis 2020 81
8. Zeitraum bis 2027 81
9. Zeitraum nach 2027 83

10. Nachbetriebsphase 84
11. Finanzielle Vorsorgestrategie des Unternehmens 89
11.1 Aktuelle Leistungsfähigkeit des Unternehmens 90
11.2 Sicherung der künftigen Leistungsfähigkeit des Unternehmens 90
11.3 Transparenz der Vorsorgepolitik 92
12. Geprüfte Alternativen 92
12.1 Eindampfen aller Salzabwässer 95
12.2 Membranverfahren 95
12.3 Verdüsung von Salzabwässern auf der Halde 95
12.4 ESTA-Anlage unter Tage 96
12.5 Biomasseproduktion durch halophile Algen 96
13. Zusammenfassung 97
14. Weitere Zusammenarbeit mit dem Runden Tisch 102

1. Einleitung

Deutschland braucht die Rohstoffwirtschaft. Sie ist ein wichtiger Baustein unserer Volkswirtschaft und unverzichtbar. Deutschland verfügt über eigene Rohstoffvorkommen von hoher internationaler Bedeutung. Die Produkte des Kali- und Salzbergbaus dienen der Ernährung, der Gesundheit und der Sicherheit auf den Straßen. Sie sind unersetzliche Bestandteile unseres Lebens. Die Gewinnung und Verarbeitung in den meist strukturschwachen Regionen Deutschlands sichert im eigenen Land Arbeitsplätze, Wertschöpfung und hohe Sozialleistungen.

Für uns bei der K+S KALI GmbH (nachfolgend K+S) gehören wirtschaftlich verantwortungsvolles Handeln, die Schonung der natürlichen Lebensgrundlagen und soziale Verantwortung untrennbar zusammen. Wie jeder Bergbau ist auch der Kalibergbau mit Eingriffen in die Natur verbunden. Deshalb nutzen wir den neuesten Stand der Technik, setzen modernste Explorations- und Gewinnungsverfahren ein und entwickeln unsere Verfahrenstechnik kontinuierlich weiter. Wir optimieren stetig unsere Produktionsverfahren, um die Wettbewerbskraft unserer Standorte zu stärken und Produktionsrückstände weiter zu verringern.

Wir bereiten unsere Kalirohsalze je nach Rohsalztyp mit unterschiedlichen Verfahren auf. Während die Heißverlösung und die Flotation nicht ohne den Einsatz von Wasser auskommen, handelt es sich bei der von K+S entwickelten elektrostatischen Trennung (ESTA) um ein trockenes Aufbereitungsverfahren. Flüssige Produktionsrückstände und salzhaltige Wässer, die auf unseren Halden durch Niederschläge entstehen, leiten wir im Rahmen bestehender Genehmigungen in Fließgewässer ein oder versenken sie in tiefere Gesteinsschichten. Bei der Einleitung in die Werra halten wir Grenzwerte für Chlorid und Gesamthärte ein. Für Kalium ist ein Richtwert (Selbstbeschränkung) mit den zuständigen Behörden abgestimmt, der durch die Salzabwasserzusammensetzung mit dem Härtegrenzwert in enger Korrelation steht.

Während noch in den 1980er Jahren in der Werra am Pegel Gerstungen in Thüringen Chloridwerte von mehr als 30.000 mg/l gemessen wurden, gelingt es uns seit dem Jahr 2000, den festgesetzten Grenzwert von 2.500 mg/l Wasser sicher einzuhalten. Die Konzentration beträgt damit weniger als ein Zehntel der Konzentrationen zu DDR-Zeiten und nimmt flussabwärts durch Zuflüsse immer weiter ab. Unabhängige Gutachten weisen nach, dass sich die ökologische Situation der Werra seither nachhaltig verbessert hat. Dies zeigt sich sowohl in

der weiterhin zunehmenden Artenzahl bei Mikroorganismen, Pflanzen und Kleinlebewesen wie auch in dem größer werdenden Artenspektrum bei den Fischen.

Über unsere eigene intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit hinaus, die durch zahlreiche Kooperationen mit Hochschulen und sonstigen Forschungseinrichtungen begleitet wird, beteiligen wir uns seit dem 18. März 2008 am Runden Tisch *„Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion".* Dort werden Vorschläge zu einer weiteren wirksamen Verringerung der Salzbelastung von Werra und Weser erarbeitet. Mit Vertretern der betroffenen Landesregierungen, den zuständigen Behörden sowie Umweltverbänden, Kommunen und Landkreisen an Werra und Weser sollen im Konsens Lösungen entwickelt werden, die ökologisch sinnvoll, technisch machbar, rechtlich umsetzbar und wirtschaftlich zumutbar sind.

Die Versenkräume im hessisch-thüringischen Werragebiet sind begrenzt. In Abstimmung mit den zuständigen Behörden streben wir deshalb an, die bisherige Form der Versenkung kurzfristig zu reduzieren und sie mittelfristig in der bisherigen Form ganz einzustellen. Bis dahin stehen wir vor der Herausforderung, die technischen Möglichkeiten einer Reduzierung der Salzabwässer so auf die Einleitung und Versenkung zu verteilen, dass ein optimaler ökologischer Effekt erreicht wird.

Das von K+S bereits im Oktober 2008 beschlossene umfangreiche Maßnahmenpaket zum Gewässerschutz orientiert sich an den oben genannten Kriterien. Es stellt ein langfristig tragfähiges Konzept für noch mehr Umwelt- und Gewässerschutz aber auch für unser Unternehmen, unsere Mitarbeiter und für deren Umfeld sowie für die Region dar.

Die Anfang Februar 2009 unterzeichnete öffentlich-rechtliche Vereinbarung (ÖRV) mit den Ländern Hessen und Thüringen honoriert diese Vorleistung von K+S. So wird sichergestellt, dass der von uns angestrebte Interessenausgleich über die nächsten 30 Jahre politisch grundsätzlich mitgetragen wird. Dies ist Nachhaltigkeit im besten Sinne, sowohl von unternehmerischer als auch von politischer Seite.

Mit der vorliegenden *„Gesamtstrategie zur Verminderung von Umweltbelastungen“* zeigt K+S — weit über das Ende der Laufzeit der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung (Jahr 2039) hinaus — auf, wie Salzabwässer kurz-, mittel- und langfristig weiter reduziert, die Rückstandsentsorgung verbessert und die Zukunftsfähigkeit der Standorte gesichert werden kann. Mit dem 360-Mio.-Euro-Maßnahmenpaket als zentralem Bestandteil werden unter anderem das Salzabwasseraufkommen aus der Produktion im hessisch-thüringischen Kalirevier bis 2015 halbiert, die bisherige Versenkung flüssiger Rückstände beendet und die Salzabwassereinleitungen in die

Werra weiter reduziert. K+S prüft auch das Konzept einer Fernpipeline. Über den möglichen Bau soll in Abhängigkeit von ökologischen, politischen und wirtschaftlichen Kriterien entschieden werden. Die Strategie macht deutlich, welche Schritte und Maßnahmen zur weiteren Verminderung von Umweltbelastungen bis in die Nachbetriebsphase hinein denkbar und möglich sind.

Bei der Ausarbeitung der Gesamtstrategie haben wir uns anhand der folgenden Orientierungspunkte ausgerichtet:

- Den Laufzeiten der bestehenden wasserrechtlichen Genehmigungen für die Einleitung in die Werra und die Versenkung in den Plattendolomit
- Den perspektivischen Zielen und Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie der EU
- Den Beschlüssen der Landtage von Hessen und Thüringen vom 2. Juli und 11. Oktober 2007
- Den Rahmenvorgaben der öffentlich rechtlichen Vereinbarung
- Den Positionen der Mitglieder des Runden Tischs und den am Runden Tisch erarbeiteten Erkenntnissen zu ökologischen Wirksamkeitsschwellen
- Dem nachgewiesenen und erprobten Stand der Technik
- Den Grundwerten von K+S

Es ist uns besonders wichtig, die in der Vergangenheit von K+S in Kooperation mit den Ländern Hessen und Thüringen und dem Bund bereits stetig umgesetzten und fortgeschriebenen Maßnahmen zum Gewässer- und Grundwasserschutz mit der Gesamtstrategie nahtlos weiterzuentwickeln.

In der integrativen Gesamtstrategie – die einen standort- und länderübergreifenden Ansatz verfolgt – werden ökonomische, ökologische und soziale Ziele gleichrangig berücksichtigt. Mit Umsetzung dieser Strategie wird die Gewinnung und Verarbeitung des Rohstoffs Kali in Hessen wie auch in Thüringen sowie der schonenden Umgang mit der Umwelt in den künftigen Jahrzehnten noch nachhaltiger gestaltet und gleichzeitig Produktion und Arbeitsplätze im hessisch-thüringischen Kalirevier langfristig gesichert. Dies wird den Menschen in der Region sowie Flora und Fauna in Werra und Weser erheblich zu Gute kommen.

Geschäftsführung der K+S KALI GmbH Kassel, 31.10.2009

2. Grundlagen und bisherige Entwicklung

2.1 Grundlagen der Kaliproduktion

Die Rohsalzgewinnung durch die K+S KALI GmbH (K+S) im hessisch-thüringischen Kalirevier und die Verarbeitung zu Kalium- und Magnesiumprodukten erfolgt in den Werken „Neuhof-Ellers“ bei Fulda und „Werra“ an den Standorten Hattorf (Philippsthal), Unterbreizbach und Wintershall (Heringen).

Das in den Gruben unter Tage gewonnene Rohsalz kann die folgenden Salzminerale in unterschiedlicher Zusammensetzung enthalten.

Abb. 2.1: ***Mineralogische Hauptbestandteile sowie Kalium- und Magnesiumgehalte des Rohsalzes***

Die in den Salzmineralen enthaltenen und verarbeitbaren Wertstoffe sind im Wesentlichen das Kaliumchlorid (KCl) und der Kieserit ($MgSO_4 \cdot H_2O$). Im Durchschnitt liegt der Wertstoffgehalt im Werra-Revier bei rund 27 %. Eine Besonderheit stellt dabei der im Weltmaßstab vergleichsweise hohe Gehalt an Kieserit dar. Aus Kieserit können durch entsprechende Veredelungsschritte spezielle Magnesiumsulfatprodukte, Kaliumsulfat und weitere hochwertige chloridfreie Düngemittel hergestellt werden. Dieser Aspekt trägt wesentlich zur wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Werkes Werra bei.

In den Gruben der Werke Neuhof-Ellers und Werra wird das Rohsalz in der Regel in zwei übereinander liegenden Bereichen (Sohlen) abgebaut.

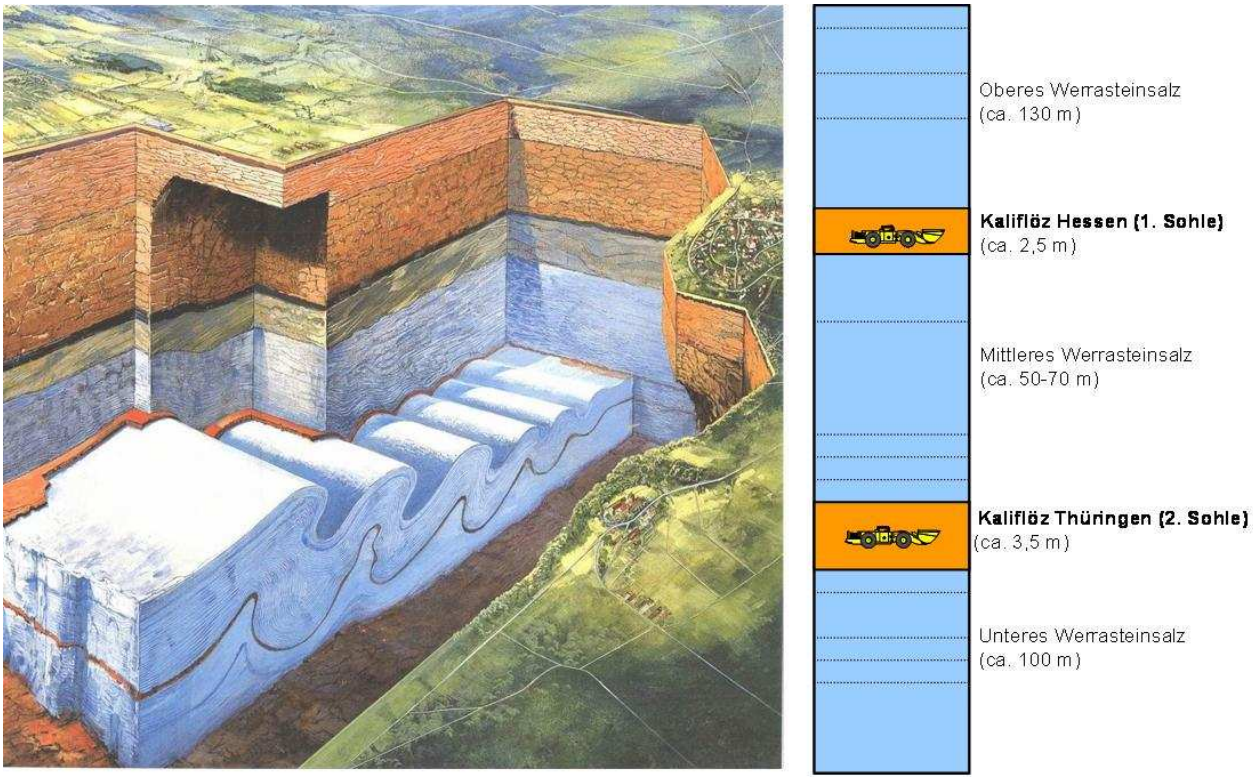


Abb. 2.2: ***Geologisches Blockbild der Salzlagerstätte mit den Kaliflözen Hessen und Thüringen***

Das Rohsalz wird in den Gruben zum Großteil in flacher Lagerung im so genannten Room-and-Pillar-Verfahren durch Sprengung gewonnen. Dabei bleiben ausreichend dimensionierte Stützpfeiler zur Stabilisierung des Grubengebäudes erhalten. In der Grube Unterbreizbach wird darüber hinaus in speziellen Abbaugebieten carnallitisches Rohsalz aus Kuppen mit hoher Mächtigkeit gewonnen.

Das gesprengte Haufwerk wird durch Laderfahrzeuge zu den jeweiligen Kippstellen gebracht und durch Brecher weiter zerkleinert, bevor es über Bandanlagen zu den Schächten transportiert wird. Über die Schächte wird das Rohsalz in die Fabrikanlagen nach über Tage gefördert.

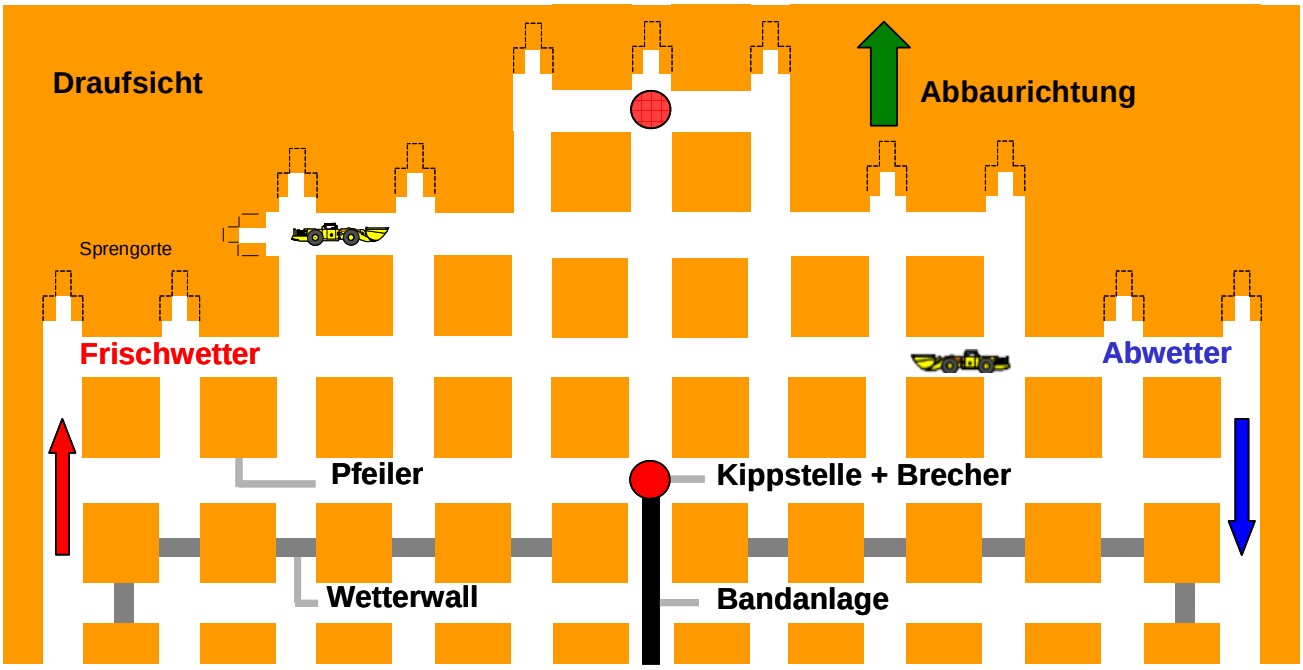


Abb. 2.3: ***Room-and-Pillar-Abbau in der flachen Lagerung (Grundrissskizze)***

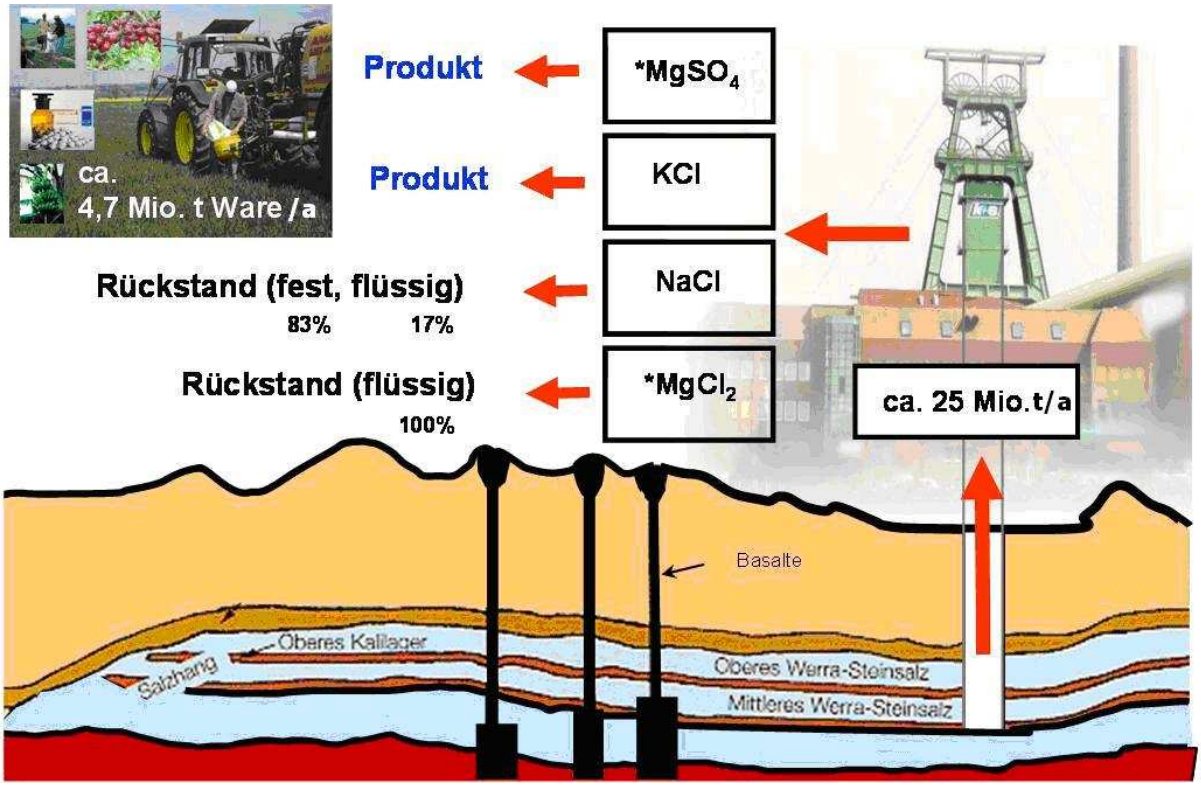
In den Werken Neuhof-Ellers und Werra werden jährlich rund 29 Mio. Tonnen Rohsalz gewonnen. Von dieser Menge werden rund 25 Mio. Tonnen nach über Tage in die Fabrikanlagen gefördert. Da die Auffahrung von Strecken auch im Nebengestein erfolgen muss, werden rund 4 Mio. Tonnen wertstoffarmes Material nicht gefördert, sondern direkt unter Tage versetzt. Tabelle 2.1 zeigt die Gewinnung, Förder- und Sofortversatzmengen der einzelnen Standorte.

Tab. 2.1: ***Gewinnung, Förderung und Sofortversatz nach Standorten***

* Unterbreizbach und Wintershall sind durch den Rohsalzverbund miteinander verknüpft.

		Neuhof-Ellers	Hattorf	Unterbreizbach*	Wintershall*	Summe
Gewinnung	Mio. t/a	4,4	10,4	5,7	8,4	28,9
Sofortversatz	Mio. t/a	0,4	1,3	0,7	1,3	3,7
Förderung	Mio. t/a	4,0	9,1	3,5	8,6	25,2

In den Fabrikbetrieben wird das geförderte Rohsalz mit Hilfe unterschiedlicher Aufbereitungs- und Veredelungsverfahren zu Produkten verarbeitet. Da der Wertstoffgehalt im Rohsalz bei durchschnittlich 27 % liegt, fallen im Aufbereitungsprozess rechnerisch 73 % Rückstände in flüssiger und fester Form an. Da alle Aufbereitungsprozesse mit einem Wirkungsgrad unterhalb von 100% ablaufen und darüber hinaus die Herstellung von Kaliumsulfat zusätzlichen Rückstand produziert, werden aus ca. 25 Mio. t Rohsalz ca. 4,7 Mio. t Produkte gewonnen (vgl. Abb. 2.4).



***** Vereinfachte Darstellung; $MgSO_4$ aus Kieserit; $MgCl_2$ aus Carnallit und aus K_2SO_4-Herstellung

Abb. 2.4: ***Schematische Darstellung der Verarbeitung in den Werken Werra und Neuhof-Ellers***

2.1.1 Rohsalzzusammensetzung der Standorte und Werke

Das aus den Gruben geförderte Rohsalz ist für jedes Werk bzw. jeden Standort spezifisch. Die typischen mineralogischen Zusammensetzungen der Rohsalze sind in den folgenden Abbildung (Vgl. Abb. 2.5) dargestellt.

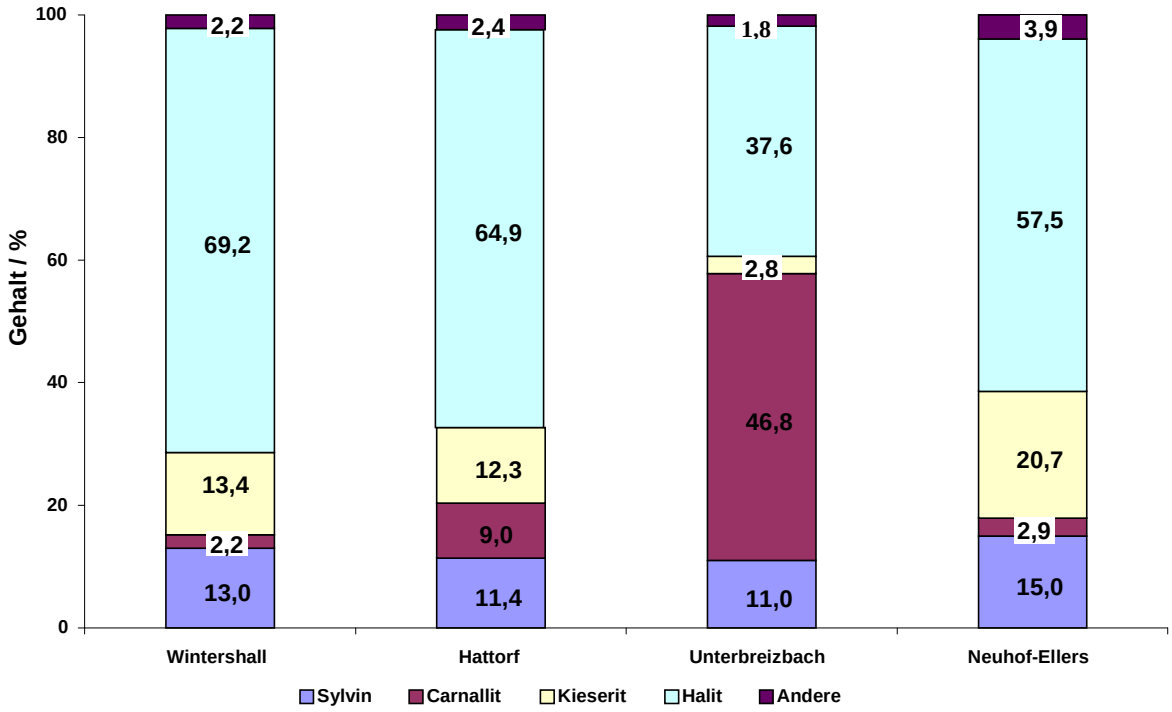


Abb. 2.5: ***Typische Rohsalzzusammensetzung der einzelnen Standorte des Werkes Werra und des Werkes Neuhof-Ellers.***

2.1.2 Aufbereitungs- und Veredelungsverfahren

Für die Aufbereitung und Verarbeitung des Rohsalzes stehen die beiden klassischen Verfahren der Heißverlösung und der Wäsche sowie die beiden jüngeren Verfahren Flotation und ESTA (Elektrostatisches Trennverfahren) zur Verfügung. Neben diesen vier Trenn- und Sortierverfahren wird in einer Veredelungsstufe Kaliumsulfat hergestellt.

Grundsätzlich wird das Rohsalz in Mühlen fein aufgemahlen, bevor es in die Verarbeitungsstufen gelangt.

2.1.2.1 Heißverlösung

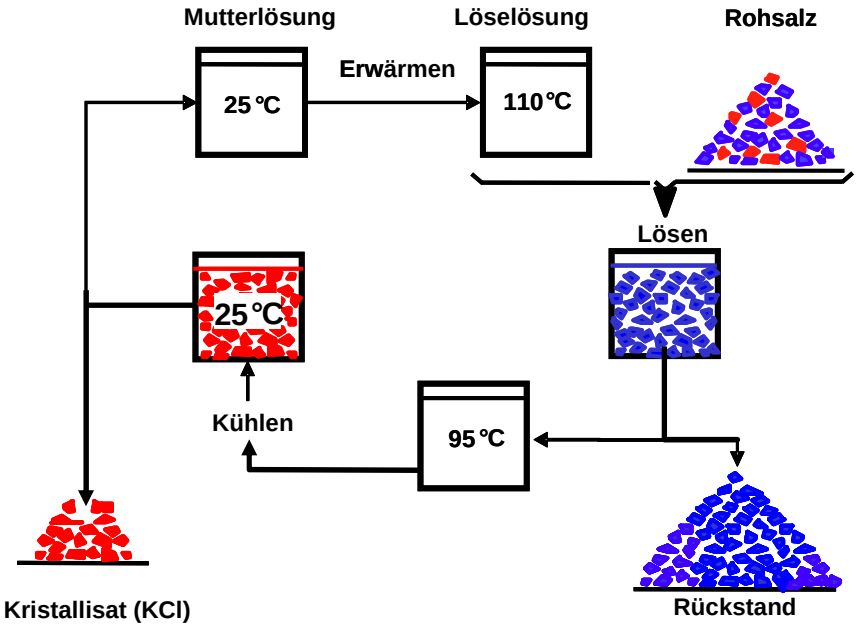


Abb. 2.6: ***Prinzipschema der Heißverlösung***

Beim Heißlöseverfahren wird die unterschiedliche Temperaturabhängigkeit der Löslichkeiten von Kaliumchlorid (KCl) und Natriumchlorid (NaCl) zur Abtrennung von Kaliumchlorid genutzt. Dabei wird das fein gemahlene Rohsalz in einem Löseapparat mit Löselösung bei einer Temperatur von ca. 110 °C in Kontakt gebracht, wobe i das Kaliumchlorid aufgelöst wird. Der aus Kieserit und Steinsalz bestehende Rückstand wird abgetrennt und weiterverarbeitet. Die gesättigte Kaliumchloridlösung wird anschließend in einer Vakuumkühlanlage abgekühlt, wobei das Kaliumchlorid kristallisiert. Es kann nun von der Mutterlösung abgetrennt und weiterverarbeitet werden.

Im Heißlöseprozess fällt durch die Zersetzung von Carnallit Magnesiumchloridlösung an. Die sog. Mutterlösung darf dabei nur einen bestimmten maximalen Magnesiumchloridgehalt aufweisen. Anderenfalls wäre die Löslichkeit von Kaliumchlorid nicht mehr gegeben und der Prozess käme zum Erliegen. Aus diesem Grund muss ein Teil der umlaufenden Magnesiumchloridlösung als Abwasser entfernt und durch Frischwasser ersetzt werden. Je höher der Carnallitanteil ist, umso größer ist in diesem Prozess daher auch die Salzabwassermenge.

Das gewonnene Kaliumchlorid muss in einer anschließenden „Deckstufe“ noch von Steinsalz (NaCl) gereinigt werden. Dabei fällt Deckwasser an, das in der Regel wieder im Prozess eingesetzt wird.

2.1.2.2 Waschverfahren

Nach dem Heißlöseverfahren kann der im Rückstand enthaltene Kieserit durch ein Waschverfahren gewonnen werden. Dabei wird der aus Steinsalz (NaCl) und Kieserit ($MgSO_4 \cdot H_2O$) bestehende Rückstand im Gegenstromverfahren mit Wasser gewaschen. Dabei wird das schnell lösliche Natriumchlorid auflöst und der langsam lösliche Kieserit kann in sehr reiner Form gewonnen werden.

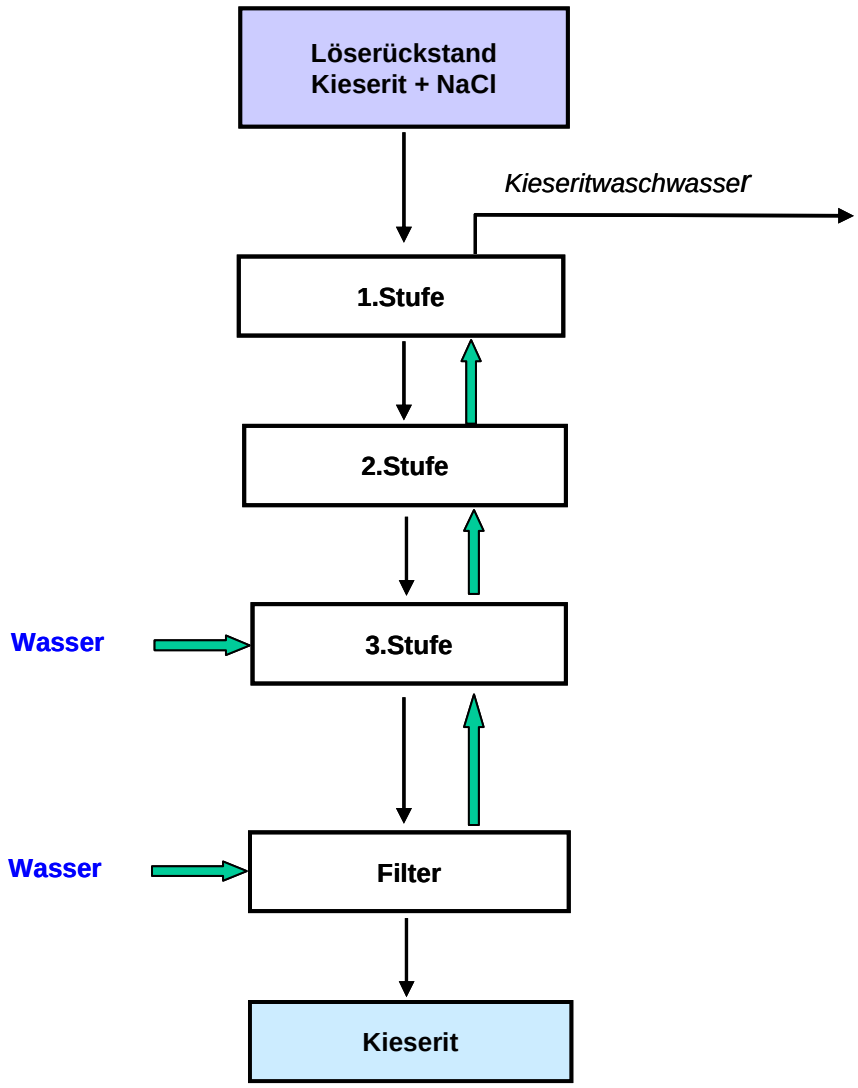


Abb. 2.7: ***Schema der Kieseritwäsche***

Durch dieses Verfahren der Kieseritgewinnung fallen große Mengen an Salzabwasser an. Der Vorteil des Verfahrens liegt jedoch in der hohen Reinheit des so gewonnenen Kieserits.

Alternativ kann der Kieserit aus dem Löserückstand auch durch ein salzabwasserarmes Flotationsverfahren gewonnen werden, wobei die Reinheit des Kieserits aus dem Waschverfahren allerdings nicht erreicht wird.

2.1.2.3 Flotationsverfahren

Beim Flotationsverfahren werden bestimmte Oberflächeneigenschaften der verschiedenen Salze zu deren Trennung ausgenutzt. Mit Hilfe spezieller Konditionierungsmittel wird die Oberfläche des Kieserits so verändert, dass sich kleine Luftblasen anlagern können. Die so gebildeten Blase-Kristall-Aggregate sind spezifisch leichter als die umgebende Salzlösung und schwimmen auf. An der Oberfläche können sie als Schaum von der Flotationslösung mechanisch abgetrennt werden (vgl. Abb 2.8).

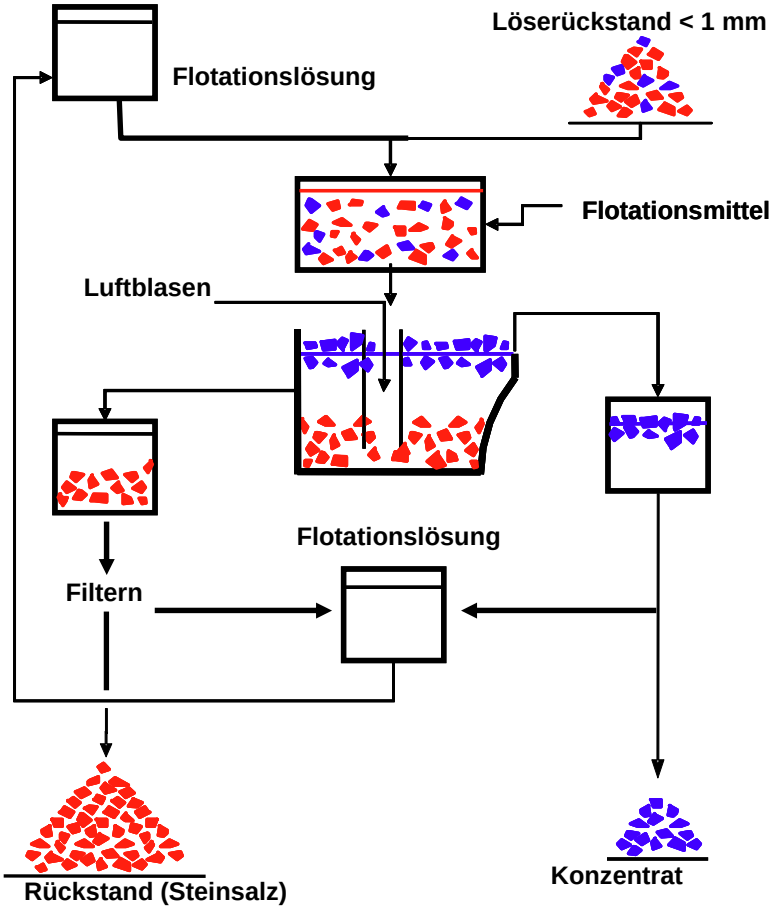


Abb. 2.8: Schema der Flotation am Beispiel der Kieseritgewinnung aus dem Löserückstand

Das Flotationsverfahren selbst ist ein sehr abwasserarmes Verfahren. Der gewonnene Kieserit muss jedoch noch in einer anschließenden „Deckstufe“ gereinigt werden. Dabei fällt so genanntes Kieseritdeckwasser an.

2.1.2.4 ESTA-Verfahren

Neben den drei nassen Aufbereitungsverfahren kann das Rohsalz mit Hilfe des ESTA-Verfahrens (Elektrostatisches Trennverfahren) in einem trockenen Prozess in Rückstands- und Konzentratfraktionen separiert werden. K+S hat das ESTA-Verfahren in den 1970er Jahren als energiesparendes und wasserfreies Trennverfahren zur Industriereife entwickelt und wendet es weltweit als einziger Produzent zur Aufbereitung von Kalirohsalzen an. Es wird auf allen Werken der K+S eingesetzt. Das Prinzip der elektrostatischen Trennung besteht darin, die fein aufgemahlenen Salzkristalle durch Zugabe geeigneter Konditionierungsmittel in ihren Oberflächeneigenschaften so zu verändern, dass sie sich unter bestimmten Bedingungen von Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc. gegensätzlich elektrisch aufladen. Fallen die aufgeladenen Salzkristalle dann durch ein starkes elektrisches Feld, so trennen sich die unterschiedlichen Salze voneinander. Die folgende Abbildung zeigt schematisch das Prinzip des ESTA-Verfahrens.

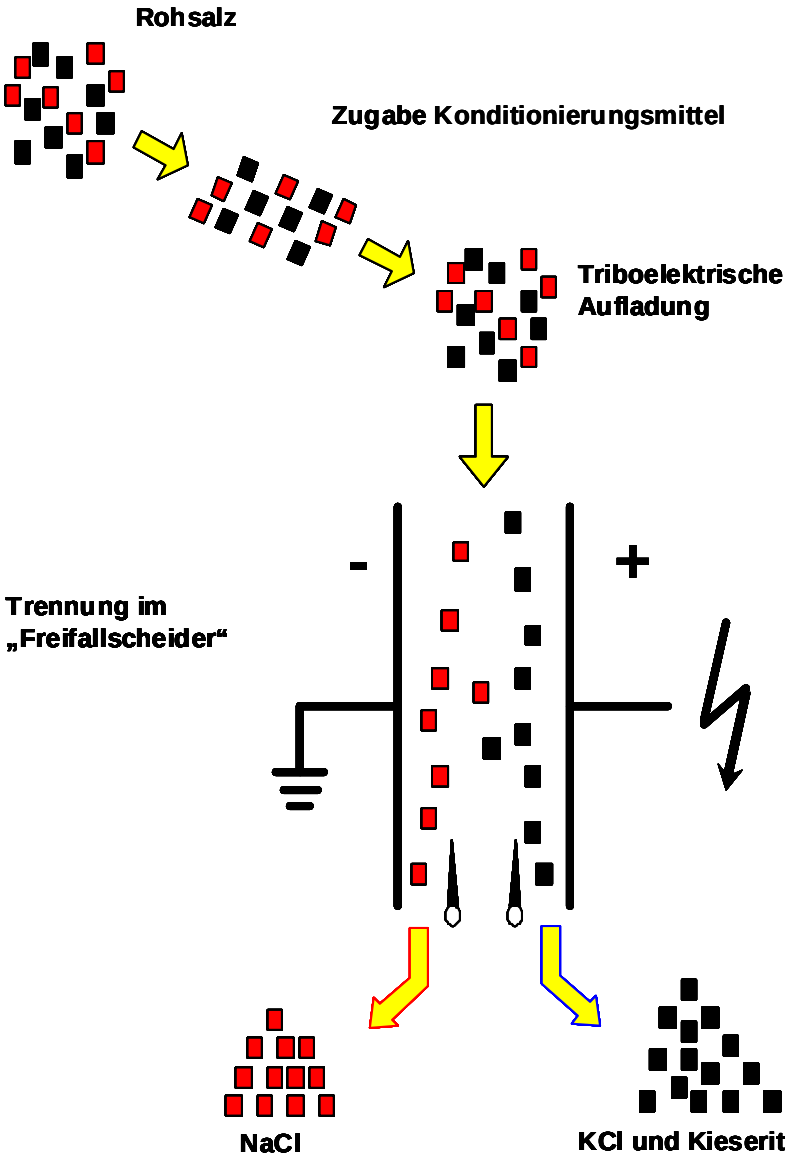


Abb. 2.9: ***Prinzipschema des ESTA-Verfahrens***

Zur Aufbereitung eines Rohsalzes, das aus unterschiedlichen Mineralien besteht, werden mehrere ESTA-Stufen hintereinander geschaltet.

Der in der ersten Stufe beim ESTA-Verfahren auf den Standorten Hattorf und Wintershall anfallende Rückstand, der zu über 90 % aus Steinsalz (NaCl) besteht, wird aufgehaldet. Zur Trennung der Bestandteile des Konzentrats, das überwiegend aus Kieserit und Kaliumchlorid besteht, sind noch weitere Stufen notwendig. Durch das ESTA-Verfahren lässt sich bisher nur Kieserit in verkaufsfähiger Qualität gewinnen. Das Kaliumchloridkonzentrat muss dagegen noch weiteren Verarbeitungsschritten unterzogen werden. Es wird beispielsweise in der Kaliumsulfatherstellung eingesetzt.

Durch das trockene ESTA-Verfahren lassen sich im Vergleich zu früher gängigen Waschverfahren erhebliche Mengen an Salzabwasser einsparen. Eine Gewinnung von Kaliumchlorid aus dem Doppelsalz Carnallit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6\ H_2O$) mit Hilfe des ESTA-Verfahrens ist – anders als bei Hartsalz – nicht möglich. Dies gelingt nur in Verbindung mit einem geeigneten Lösemittel (z.B. Wasser) im Heißlöseprozess oder in einer entsprechenden Zersetzungsanlage.

2.1.2.5 Herstellung von Kaliumsulfat

Neben den bisher dargestellten Trenn- und Sortierverfahren wird an den Standorten Hattorf und Wintershall des Werkes Werra mit zwei unterschiedlichen Verfahren Kaliumsulfat aus Magnesiumsulfat und Kaliumchlorid hergestellt. In einem Fall wird das Magnesiumsulfat in Form von Kieserit, im anderen Fall in Form von Bittersalz eingesetzt:

$$2\ KCl + MgSO_4 \cdot H_2O \rightarrow K_2SO_4 + MgCl_2 + H_2O$$

bzw.

$$2\ KCl + MgSO_4 \cdot 7\,H_2O \rightarrow K_2SO_4 + MgCl_2 + 7\,H_2O$$

Die Umsetzung verläuft dabei jeweils über zwei Stufen. In beiden Verfahren der Kaliumsulfatherstellung fällt Magnesiumchloridlösung an, die letztendlich entsorgt werden muss.

2.1.3 Feste und flüssige Rückstände

Bei der Kalirohsalzaufbereitung fallen bei einem durchschnittlichen Wertstoffgehalt im Rohsalz von ca. 27 % rechnerisch ca. 73 % Rückstände in fester oder flüssiger Form an. Da keiner der Aufbereitungsprozesse den Wertstoff vollständig ausbringen kann, erhöht sich de facto die unvermeidbare Rückstandsmenge über 73 %. Der Hauptbestandteil der festen Rückstände ist Steinsalz (NaCl). Dieser Rückstand wird entweder aufgehaldet, oder als Versatzmaterial nach unter Tage verbracht (nur in Unterbreizbach aufgrund der spezifischen Situation).

Neben dem Rückstand in fester Form fällt der andere Teil des Rückstands in flüssiger Form an. Im flüssigen Rückstand liegen vor allem Natriumchlorid und Magnesiumchlorid in gelöster Form vor. Der flüssige Rückstand setzt sich aus salzhaltigem Prozessabwasser und Haldenwasser zusammen. Diese können entweder in Oberflächengewässer (z.B. in die Werra) eingeleitet oder in den Plattendolomit versenkt werden. Die folgende Abbildung zeigt die prinzipiellen

Entsorgungswege für feste und flüssige Rückstände im hessisch-thüringischen Kalirevier an Hand der Daten aus dem Jahr 2006.

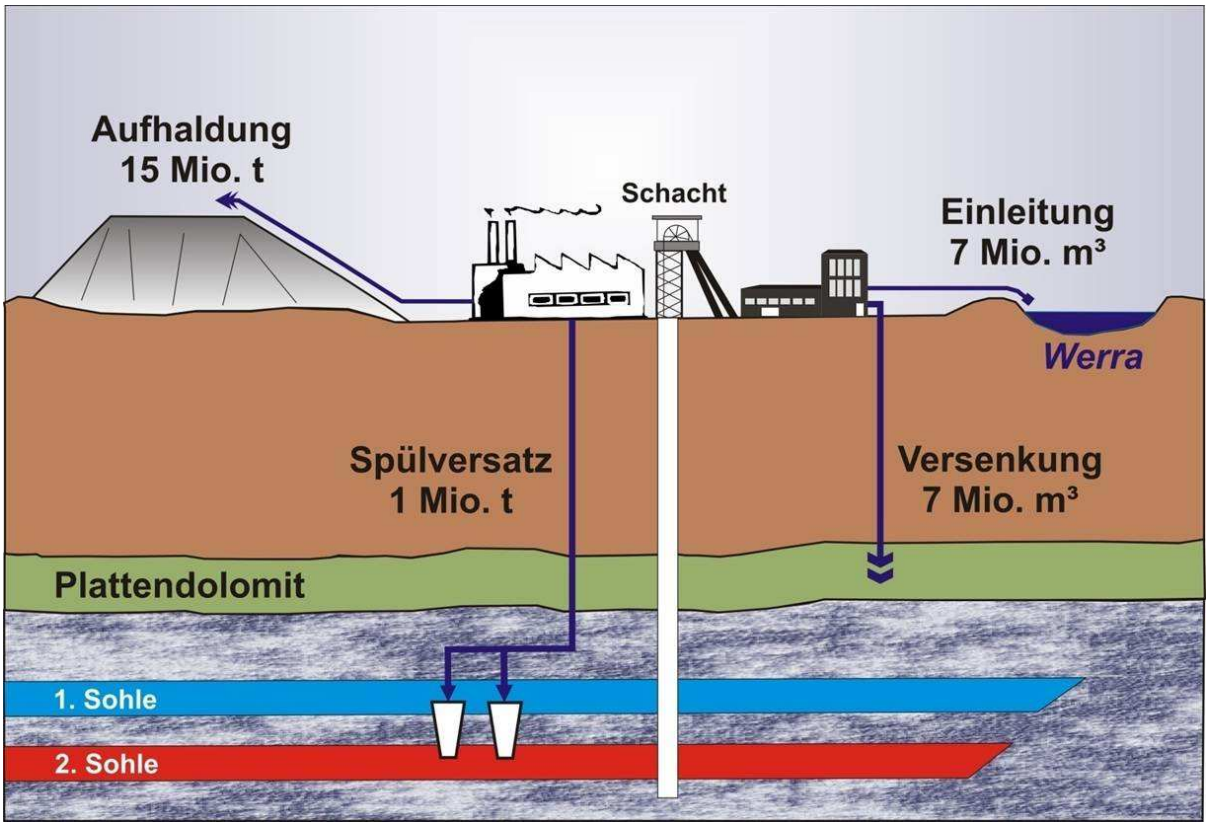


Abb. 2.10: ***Entsorgungswege der festen und flüssigen Rückstände im hessisch-thüringischen Kalirevier. Die Daten beziehen sich auf 2006.***

Seit Beginn der Kaliindustrie ist der Bedarf an hochwertigen Düngemitteln stetig angestiegen. Gleichzeitig stieg damit der Anfall von Salzabwasser, das entsorgt werden musste, weil moderne abwassersparende Aufbereitungsverfahren lange nicht zur Verfügung standen. Zu Beginn stand als einziger Weg für die Entsorgung der Salzabwässer die Einleitung in Ulster und Werra zur Verfügung. Mitte der 1920er Jahre wurde von der Kaliindustrie, einem Vorschlag der zuständigen Preußischen Geologischen Landesanstalt folgend, die Versenkung in den Plattendolomit als zweiter Entsorgungsweg für die Salzabwässer entwickelt.

Ohne adäquate Weiterentwicklung der Aufbereitungsverfahren hin zu Abwasser reduzierenden oder gar trockenen Verfahren wurden die Werra und der Plattendolomit durch den immensen Salzabwasseranfall stark belastet. Dies führte entsprechend nicht nur zu nachteiligen Auswirkungen auf die Oberflächengewässer, sondern auch auf das Grundwasser, vor allem im Werratal, dem natürlichen Entlastungsgebiet des Plattendolomits. Erst die Erforschung,

Entwicklung und Einführung moderner Aufbereitungsverfahren durch die Kaliindustrie reduzierte die Salzabwassermengen an den hessischen Standorten drastisch. Im Rahmen der Wiedervereinigung ergab sich dann auch die Möglichkeit, die Salzabwassermenge auch im thüringischen Teil des Werragebiets durch die Einführung moderner Aufbereitungs- und Entsorgungsverfahren drastisch zu senken.

In den nachfolgenden Kapiteln 2.2 bis 2.5 werden die Entwicklung der Salzabwassermengen, die damit verbundene Entwicklung des Salzgehalts in der Werra sowie der Versenkmengen in den Plattendolomit und die Entwicklung der diffusen Einträge in die Werra dargestellt. In Kapitel 2.6 wird darüber hinaus eine Methode vorgestellt, mit der die Auswirkungen abgeschätzt werden können, die sich nach Umsetzung des Maßnahmenpakets in Bezug auf die zukünftigen Salzabwassermengen, auf die Einleitung und die Versenkung unter bestimmten Randbedingungen ergeben.

2.2 Entwicklung der Salzabwassermengen

Zu Beginn der Kalirohsalzaufbereitung standen zur Herstellung von Kalium- und Magnesiumprodukten im Wesentlichen nur das klassische Heißlöseverfahren und die Kieseritwäsche zur Verfügung. Der Nachteil des Waschverfahrens liegt im Anfall relativ hoher natriumchloridreicher Waschwassermengen. Neben den hohen anfallenden Waschwassermengen führten auch die Rohsalzqualität (Carnallitgehalt) und die Herstellung des chloridfreien Kaliumsulfatdüngers, ohne dessen Herstellung eine wirtschaftliche Kaliaufbereitung im Werrarevier nicht möglich gewesen wäre, zu einer weiteren Erhöhung flüssiger Rückstände.

Die hohen Salzabwassermengen, die bei der Kalirohsalzaufbereitung im hessisch-thüringischen Kalirevier anfielen, wurden zunächst nur über die Einleitung in die Werra entsorgt. Dies führte zu einer Beeinträchtigung des ökologischen Systems in Werra und Weser. Auch die Trinkwassergewinnung der Unterlieger wurde beeinträchtigt, beispielsweise in Bremen. Daher entwickelte die Kaliindustrie auf Drängen der damaligen Behörden Mitte der 1920er Jahre einen zweiten Entsorgungsweg, die Versenkung von Salzabwasser in den Plattendolomit. Der Plattendolomit ist eine von Natur aus Salzwasser führende geklüftete Gesteinsschicht, die nachweislich für die Aufnahme von Salzabwasser aus der Kalirohsalzaufbereitung geeignet ist.

Die natürlich im Plattendolomit vorhandenen Salzwässer, auch "geogenes Grundwasser" genannt, sind durch Anlösen der 250 Millionen Jahre alten Salzlagerstätte – hauptsächlich in

den Randbereichen – entstanden. Es handelt sich um geogen gebildetes Salzwasser im Umfang von vielen 100 Millionen Kubikmetern. Seine Existenz ist seit historischen Zeiträumen bekannt und spiegelt sich in Orts- und Flurbezeichnungen wider, wo solche geogenen Wässer entweder schon früher an die Oberfläche aufstiegen oder sogar, z.B. als Heilquellen, genutzt wurden.

Der Plattendolomit hat ein großes, aber dennoch endliches Volumen. Daher ist die Nutzung des Plattendolomits nicht auf unbegrenzte Zeit möglich. Aus diesem Umstand und der Erfahrung, dass mit der Versenkung von Salzabwasser auch nachteilige Effekte verbunden sind, wie z.B. der mittelbare Eintrag von versalzenem Grundwasser über geologische Störungszonen in die Werra über die so genannten diffusen Einträge, ist die Versenkung mengenmäßig und zeitlich beschränkt. Wegen der begrenzten Aufnahmefähigkeit der Werra für Salzabwässer und der endlichen Versenkmöglichkeiten stand die Kaliindustrie vor der Herausforderung, den Salzabwasseranfall drastisch zu reduzieren.

Auf den hessischen Standorten gelang dies durch die Entwicklung und Einführung der abwasserarmen Aufbereitungsverfahren. Dies sind sowohl die Flotation und als auch das ESTA-Verfahren, welches K+S entwickelt und zur Anwendung gebracht hat.

In Thüringen war es erst in der Folge der Wiedervereinigung möglich, den Anfall von Salzabwasser wesentlich zu verringern. Dazu wurde von den Werra-Weser-Anrainer-Ländern und der Bundesregierung ein Bund-Länder-Abkommen geschlossen. Die technische Grundlage dieses Verwaltungsabkommens bildete das nach der Wende entwickelte „Abwassertechnische Konzept“. Zu den wesentlichen Eckpunkte dieses Konzepts zählen der Aufbau einer Rückstandsaufbereitung und die Einführung des Spülversatzes am Standort Unterbreizbach sowie die Schaffung eines sogenannten "Pufferspeichers Gerstunger Mulde" für Salzabwässer im Plattendolomit.

Eine Messzahl für den Grad der Umweltfreundlichkeit einer Produktion ist der spezifische Salzabwasseranfall, also die Menge des Salzabwassers bezogen auf eine Tonne verarbeitetes Rohsalz. Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des spezifischen Salzabwasseranfalls am Beispiel der hessischen Standorte Hattorf und Wintershall und des thüringischen Standorts Unterbreizbach.

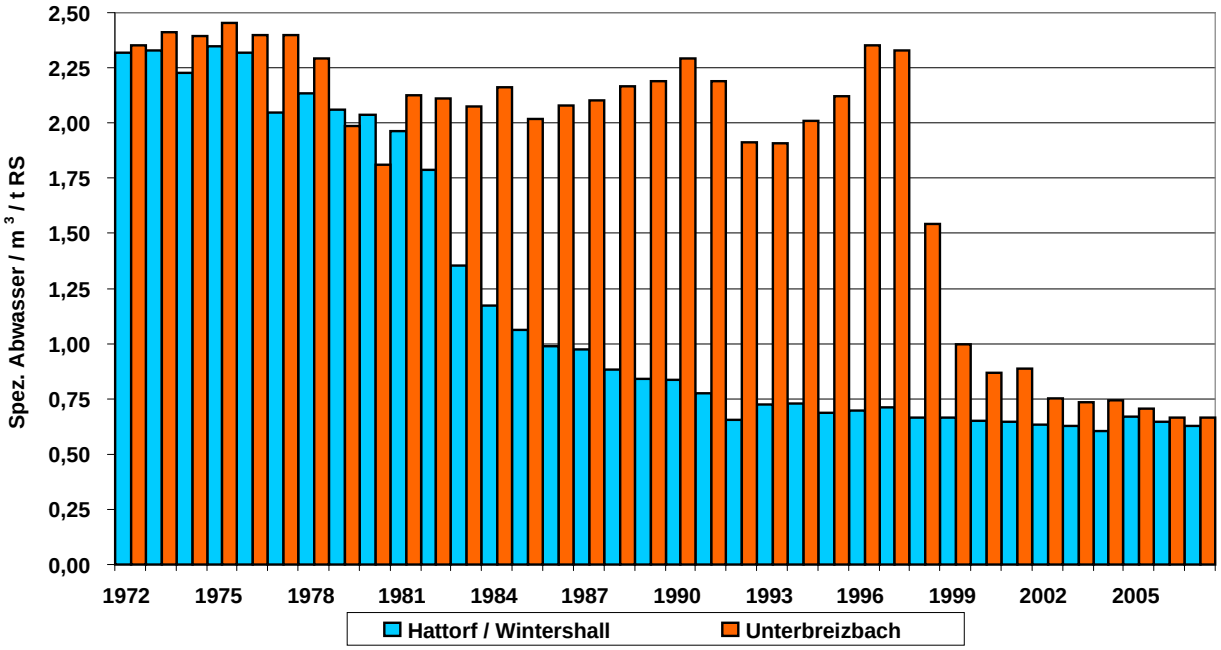


Abb. 2.11: ***Spezifischer Salzabwasseranfall pro Tonne verarbeitetes Rohsalz (RS) seit 1972***

Der spezifische Salzabwasseranfall konnte durch die Entwicklung und Umsetzung der neuen Aufbereitungstechnologien (ESTA und Flotation) auf den hessischen Standorten und die Einführung des Spülversatzes auf dem Standort Unterbreizbach von ehemals 2,5 m^3/t auf ca. 0,6 m^3/t Rohsalzverarbeitung gesenkt werden.

2.3 Entwicklung der Salzkonzentration in der Werra

Die Verminderung des Salzabwasseranfalls bei gleichzeitig steigender Wertschöpfung machte sich auch in der Entlastung von Werra und Plattendolomit durch die geringere Nutzung der beiden Entsorgungswege Einleitung und Versenkung bemerkbar. Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die Entwicklung der Chloridkonzentration und der Gesamthärte in der Werra am Pegel Gerstungen in der Zeit von 1947 bis 2008.

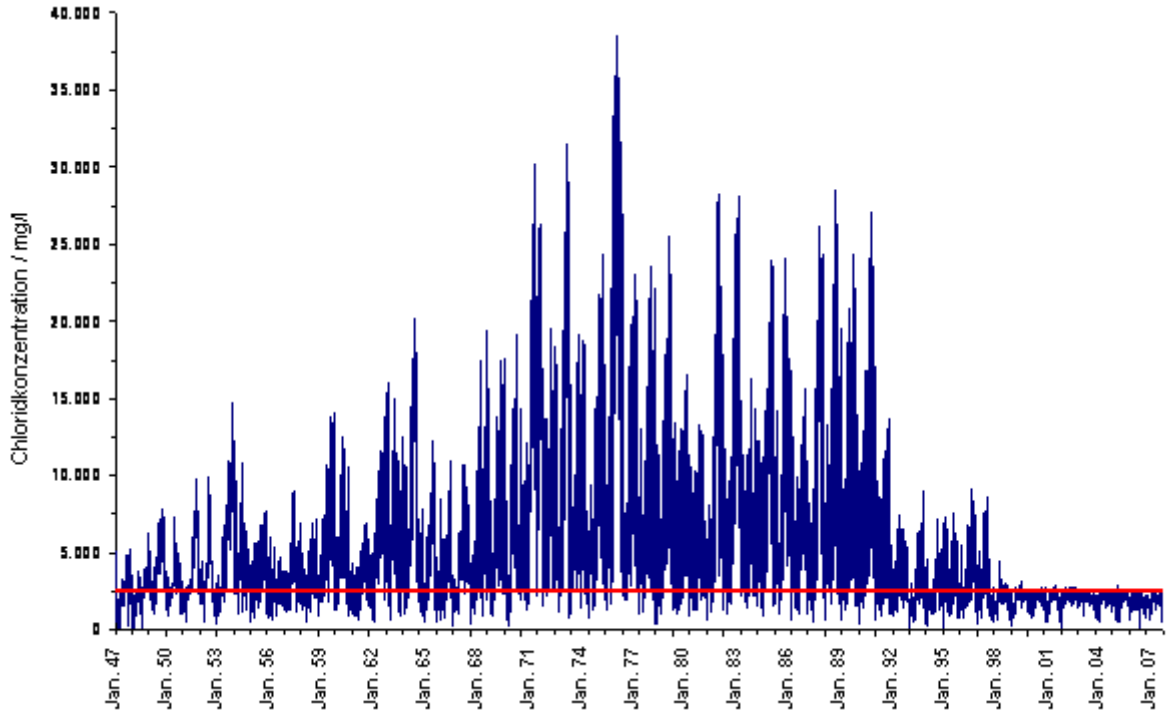


Abb. 2.12: ***Chloridkonzentration am Pegel Gerstungen in der Zeit vom Jan. 1947 bis Dez. 2008. Die rote Linie zeigt den Chloridgrenzwert in Höhe von 2.500 mg/l.***

Der Großteil der Salzbelastung der Werra nach 1947 resultierte aus den Einleitungen an den Standorten Dorndorf, Merkers und Unterbreizbach der ehemaligen DDR. Erst nach der Wiedervereinigung und der erfolgreichen Umsetzung des im Verwaltungsabkommen festgelegten Abwasserkonzeptes war es ab Mitte 1999 möglich, den Grenzwert von 2.500 mg/l Chlorid am Pegel Gerstungen einzuhalten.

In gleichem Maße in der die Chloridbelastung abnahm, sank auch die Gesamthärte der Werra. Dies zeigt die folgende Abbildung.

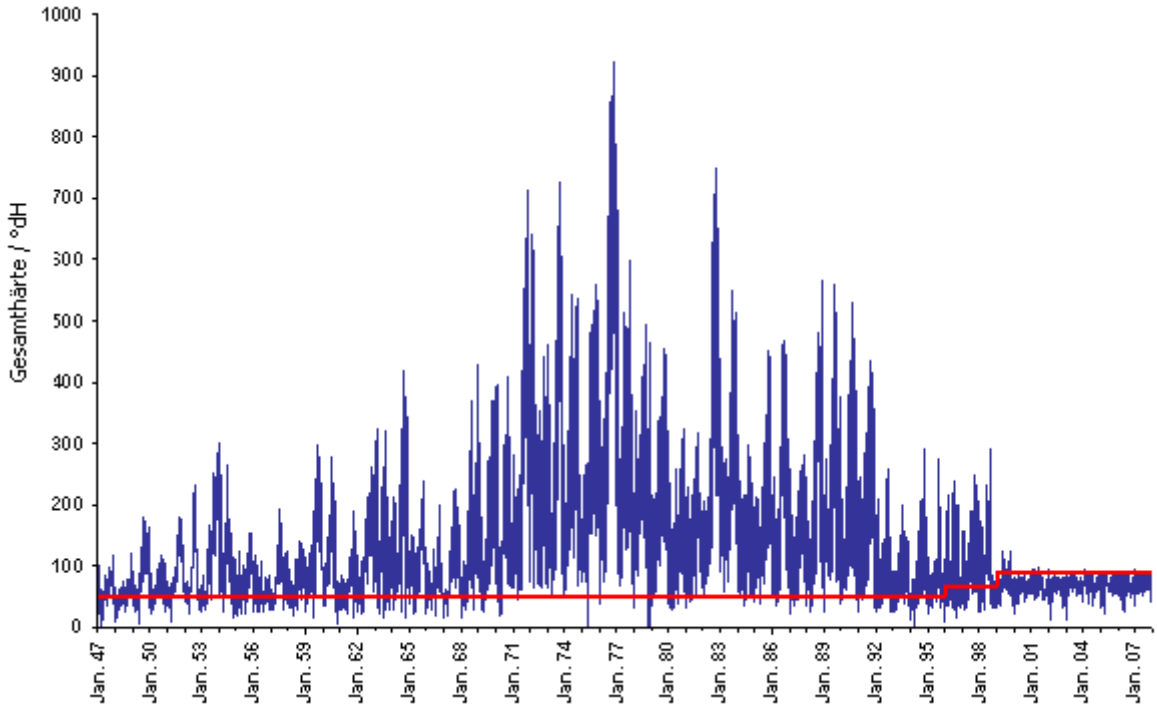


Abb. 2.13: ***Entwicklung der Gesamthärte in der Werra am Pegel Gerstungen. Die rote Linie zeigt die festgesetzten Grenzwerte für die Gesamthärte.***

Zur weiteren Verringerung der Versenkmengen wurde der Gesamthärtegrenzwert befristet von 65 °dH auf 90 °dH angehoben. Auch an dieser Abbildu ng wird der Erfolg der umgesetzten Maßnahmen zur Salzabwasserverminderung und -entsorgung deutlich. Ab Mitte des Jahres 1999 konnte in der Werra der Grenzwert von 90 °dH e ingehalten werden.

Die Festlegung des Härtegrenzwerts in Höhe von 90 °dH ist bis zum 30.11.2009 befristet.

2.4 Entwicklung der Versenkmengen

Die Entwicklung der Versenkmengen im Werragebiet seit Beginn der Versenkung zeigt die folgende Abbildung.

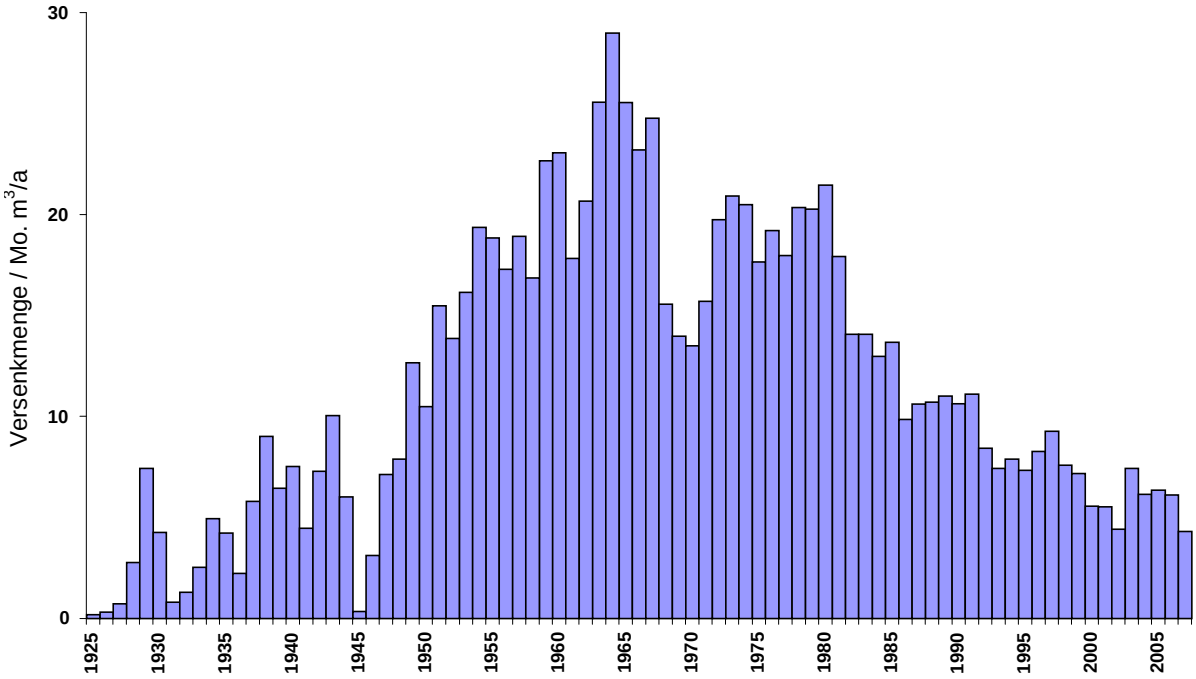


Abb. 2.14: ***Versenkmengen in den Plattendolomit im Werragebiet ohne die Versenkung in den Pufferspeicher Gerstunger Mulde***

Lagen die Versenkmengen in Hessen einerseits und Thüringen andererseits bis Mitte der 1960er Jahre noch auf gleicher Höhe, so resultieren die danach verbliebenen Versenkmengen nur noch aus der Versenkung an den hessischen Standorte Hattorf und Wintershall. Nach Einführung der Kieseritflotation in den 1950er Jahren und der ESTA-Verfahren in den 1970er Jahren reduzierten sich die Versenkmengen seit Beginn der 1980er Jahre von mehr als 20 Mio. m^3/a auf heute nur noch 5 bis 7 Mio. m^3/a.

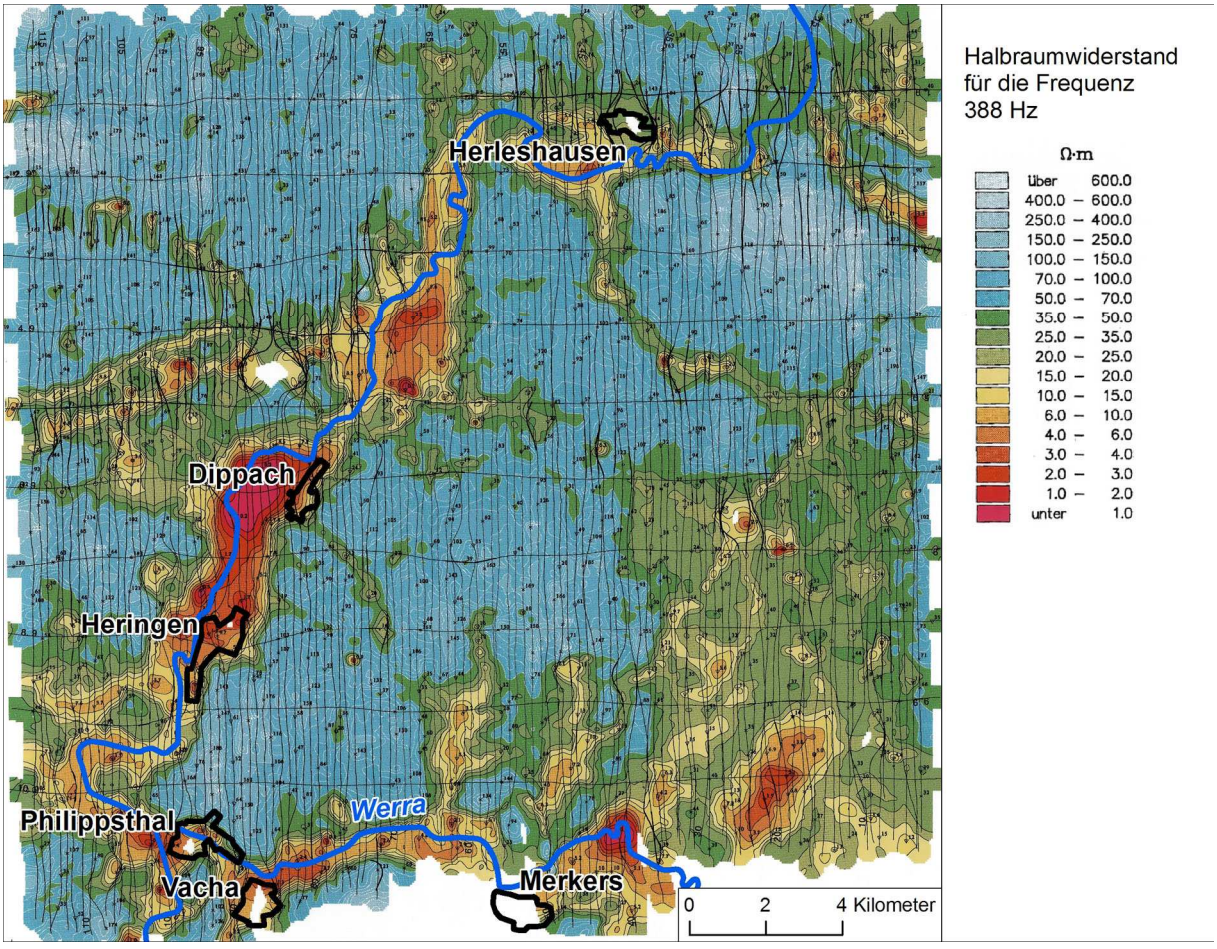
2.5 Entwicklung und Auswirkungen der diffusen Einträge in die Werra

Nach der Wiedervereinigung bestand erstmals die Möglichkeit, sich mit der Frage der diffusen Einträge und deren Auswirkungen länderübergreifend zu befassen. In diesem Zusammenhang wurden umfangreiche Mess- und Beobachtungsprogramme erarbeitet sowie ein Daten- und Informationsaustausch zwischen den Ländern Hessen und Thüringen vorgenommen. Diese gemeinsamen Untersuchungen ergaben, dass es flussaufwärts vor der ersten Salzabwasser-

einleitstelle des Werkes Werra bei Dorndorf bereits im Raum Tiefenort zu den ersten diffusen Einträgen salzhaltiger Wässer in die Werra kommt.

Aufbauend auf diese Ergebnisse wurde im Jahr 1996 eine großräumige Hubschrauberbefliegung des Werragebiets durchgeführt mit dem Ziel, mit Hilfe elektromagnetischer Messungen Aussagen über die Verbreitung von Salzwasseraufstieg zu erhalten. Die folgende Abbildung zeigt eine Karte des überflogenen Werragebiets mit lokal begrenzten Bereichen (rot), die durch Salzwasseraufstieg beeinflusst sind.

Abb. 2.15: ***Ergebnisse der ersten Hubschrauber-Elektromagnetik aus dem Jahr 1996 im Werratal***



Im Jahr 2008 wurde im Auftrag der K+S KALI GmbH in Abstimmung mit den Behörden eine weitere elektromagnetische Messung mittels Hubschrauberbefliegung durch die BGR durchgeführt. Diese zweite Befliegung sollte Aufschluss darüber geben, inwieweit seit 1996 Veränderungen in Bezug auf die diffusen Einträge im Werragebiet eingetreten sind. Das umfangreiche Datenmaterial wird zurzeit zur Prüfung durch die zuständigen Behörden

ausgewertet. Die folgende Abbildung zeigt die Verhältnisse wie sie sich aus der Befliegung im Jahre 2008 darstellen. Die roten Flächen zeigen Gebiete erhöhter Leitfähigkeit und sind damit Hinweise für den Aufstieg salzhaltiger Wässer.

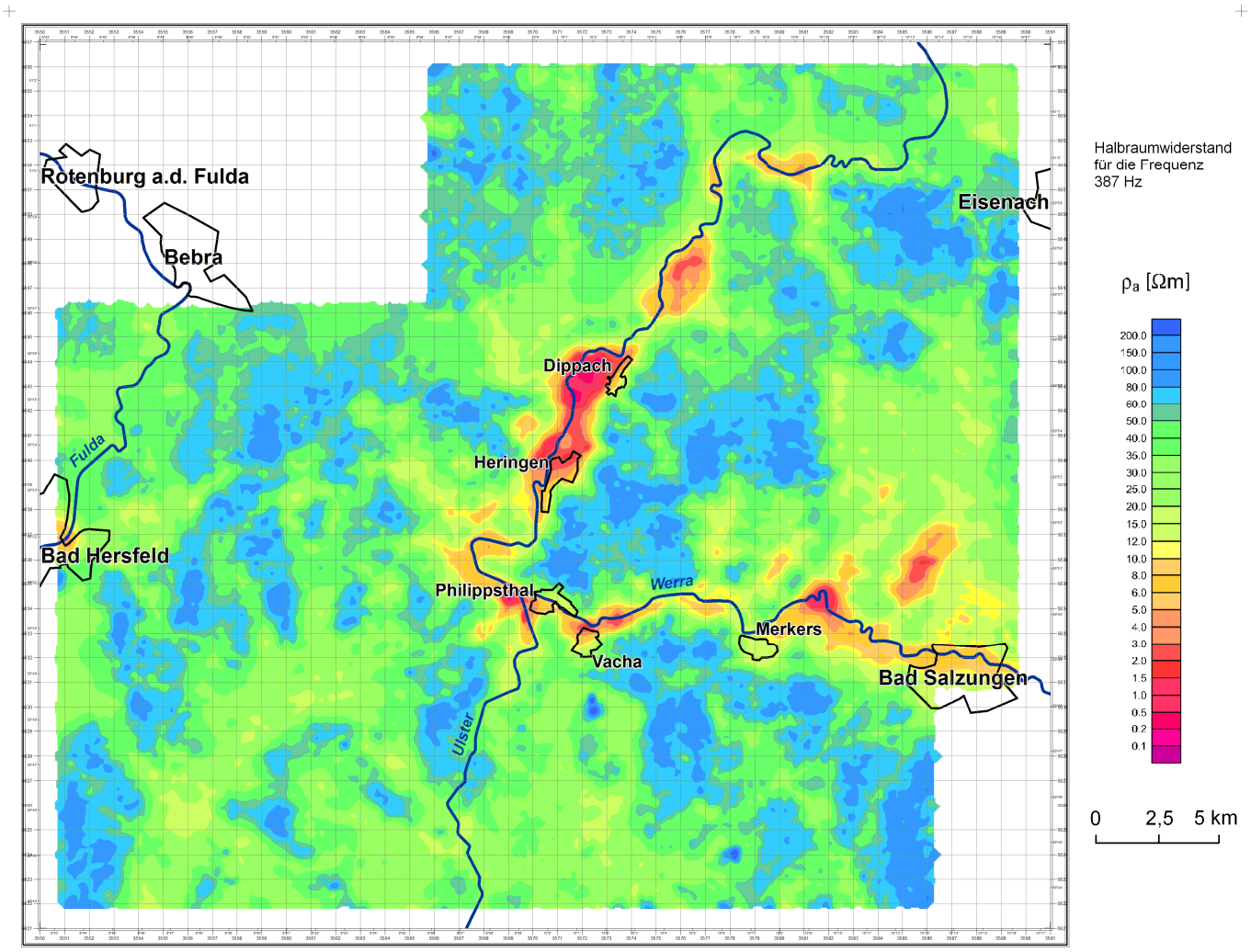


Abb. 2.16: ***Ergebnisse der zweiten Hubschrauber-Elektromagnetik aus dem Jahr 2008 im Werratal***

Aus den Ergebnissen der Befliegungen lassen sich im Wesentlichen drei Gebiete ableiten, die für einen diffusen Salzeintrag in die Werra relevant sind. Dies sind der Bereich um Tiefenort (östlich von Merkers), der Bereich um Vacha und Philippsthal sowie der Bereich zwischen Heimboldshausen und Gerstungen.

Der quantitative Einfluss der diffusen Einträge auf den Salzgehalt der Werra kann anhand von Messungen und von Probenahmen an verschiedenen Stellen des Flusslaufs ermittelt werden.

Die Ergebnisse der Messungen aus 2008 bestätigen, dass sich die Verhältnisse gegenüber der vorangegangenen Befliegung in der Flächenausdehnung nicht verändert haben. Grundwassermessungen zeigen einen Rückgang der Salzkonzentrationen. Es wird erneut bestätigt, dass es lokal begrenzte Aufstiegszonen für Salzwässer gibt, seien dies geogen entstandene und vorhandene Salzwässer oder mit diesem vermischte versenkte Salzabwässer.

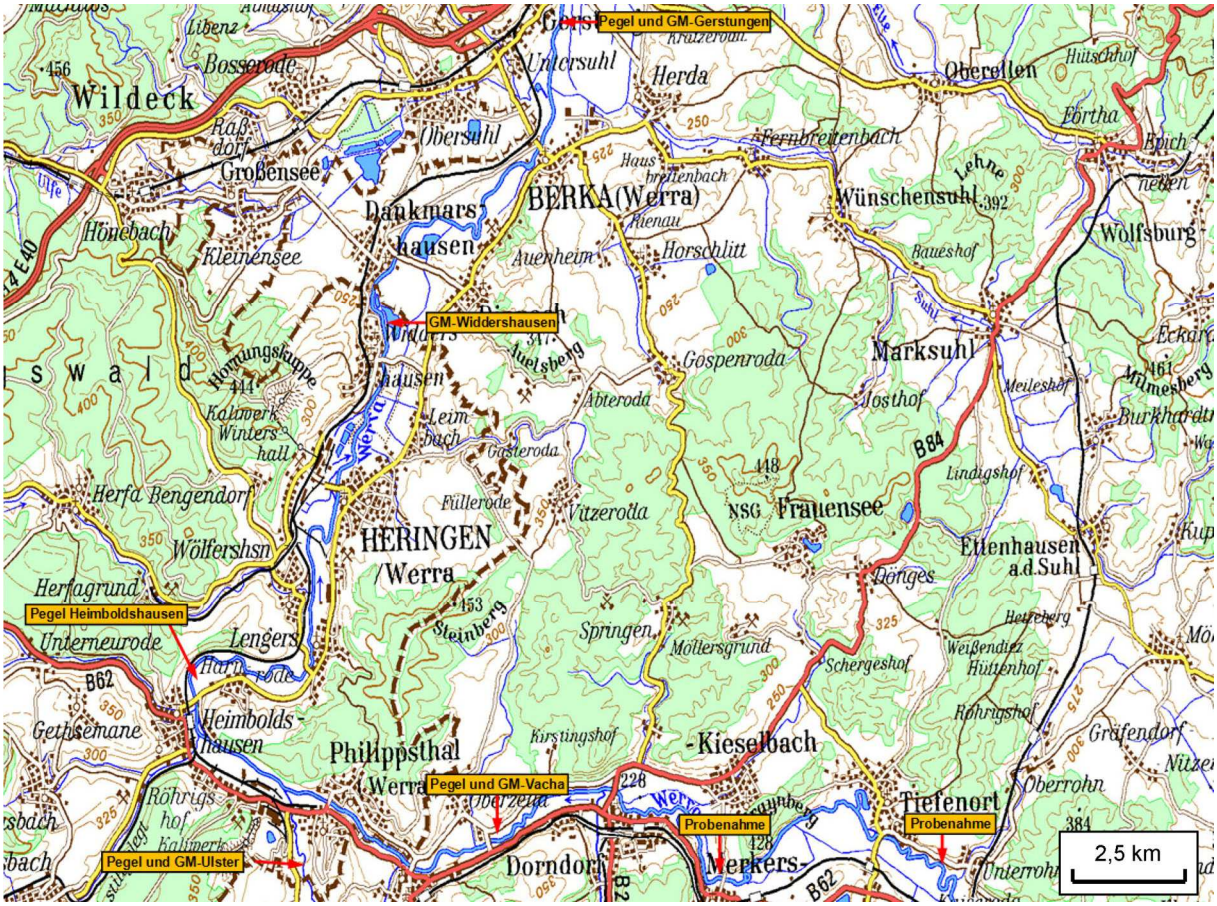


Abb. 2.17: ***Probenahme- und Pegelstellen in der Werra und Ulster (ohne die Probenahmestelle oberhalb Unterbreizbach in der Ulster bei Räsa)***

Aus den Abflusswerten und den Gehalten an Chlorid, Magnesium und Kalium an bestimmten Stellen (Pegel- und/oder Probenahmestellen) in der Werra und Ulster sowie der Menge an Salzeinträgen durch die Standorte des Werkes Werra (incl. der Haldenwässer) können die jeweiligen Transporte von Chlorid, Magnesium und Kalium bilanziert werden. Hieraus lassen sich die Vorbelastung von Werra und Ulster sowie die Salzeinträge über diffuse Zutritte abschätzen. Darin enthalten sind auch der Salzeintrag über Niederschläge und Direktabfluss, wie Einträge über Kläranlagenabläufe, aus natürlichen salzhaltigen Quellen und Wasserhaltung aus Gruben. Im Folgenden wird die Entwicklung der diffusen Einträge im Bereich Tiefenort sowie der

gesamten diffusen Einträge zwischen Tiefenort und Gerstungen am Beispiel von Chlorid für die Zeit zwischen 1951 und 2008 aufgezeigt (vgl. Abb. 2.18).

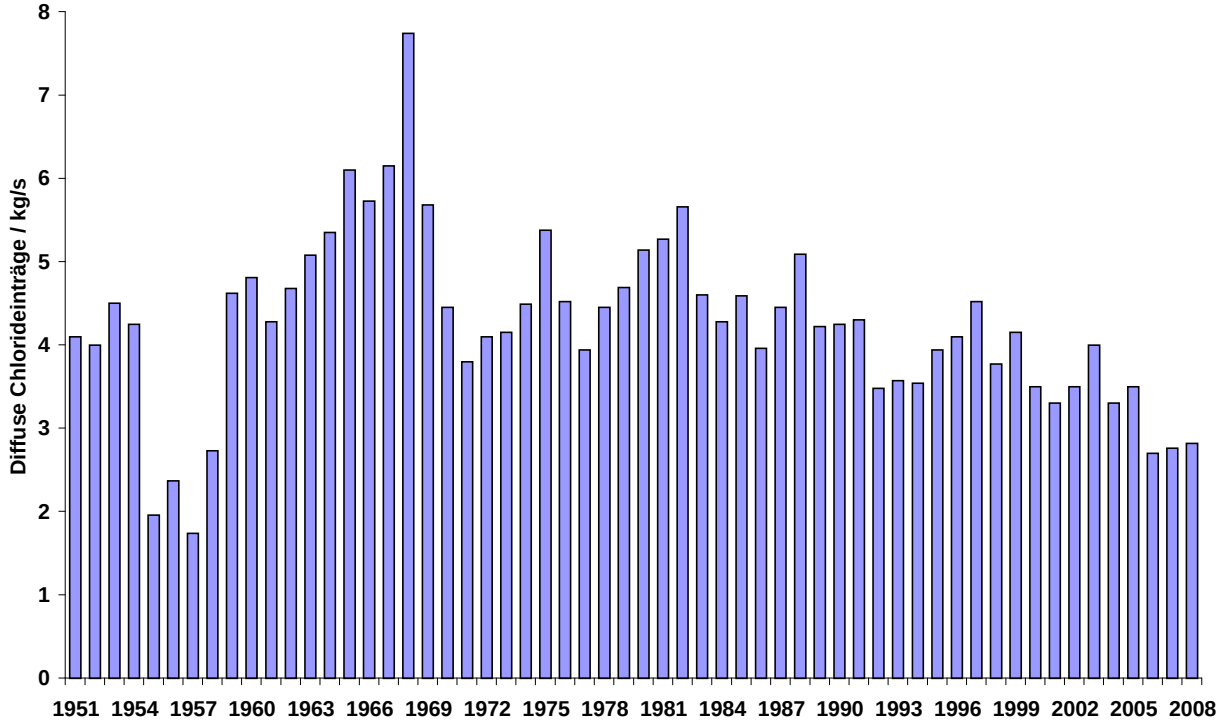


Abb. 2.18: ***Diffuse Chlorideinträge in die Werra im Raum Tiefenort im Zeitraum der Jahre 1951 bis 2008***

Die diffusen Chlorideinträge im Bereich Tiefenort liegen dabei zwischen ca. 2 kg/s bis 8 kg/s. Seit Einstellung der Versenkung an den Standorten der ehemaligen DDR (Dorndorf, Merkers und Unterbreizbach) im Jahre 1968 ist ein leichter Rückgang der diffusen Einträge festzustellen. Heute liegen sie bei rund 3 kg/s Chlorid.

Neben den diffusen Salzwassereinträgen im Bereich Tiefenort gibt es zwischen Heimboldshausen und Gerstungen im Bereich des Kiessees Dankmarshausen - flussabwärts der letzten Einleitstelle des Werkes Werra, aber noch oberhalb des Pegels Gerstungen - einen weiteren signifikanten diffusen Eintrag in die Werra. Die Größenordnung der diffusen Einträge liegt hier in der Höhe von 6 kg/s bis 8 kg/s Chlorid.

Durch die Ermittlung der jährlich am Pegel Gerstungen nachgewiesenen Chloridfrachten abzüglich der Salzabwassereinleitungen des Werkes Werra (Prozesswasser, Haldenwasser, Spül- und Kühlwässer sowie die Rückförderung aus dem Plattendolomit) können die gesamten diffusen Chlorideinträge inklusive der Vorbelastung aus dem Oberstrom der Werra ermittelt werden.

Im Durchschnitt lag die Summe des gesamten diffusen Chlorideintrages inklusive der Vorbelastung in den Jahren 2006, 2007 und 2008 bei rund 13,6 kg/s, der von Magnesium bei rund 1,3 kg/s und der von Kalium bei 0,6 kg/s.

Die langjährige Entwicklung der diffusen Einträge (inklusive der Vorbelastung) seit Beginn der Versenkung im Jahre 1926 ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt.

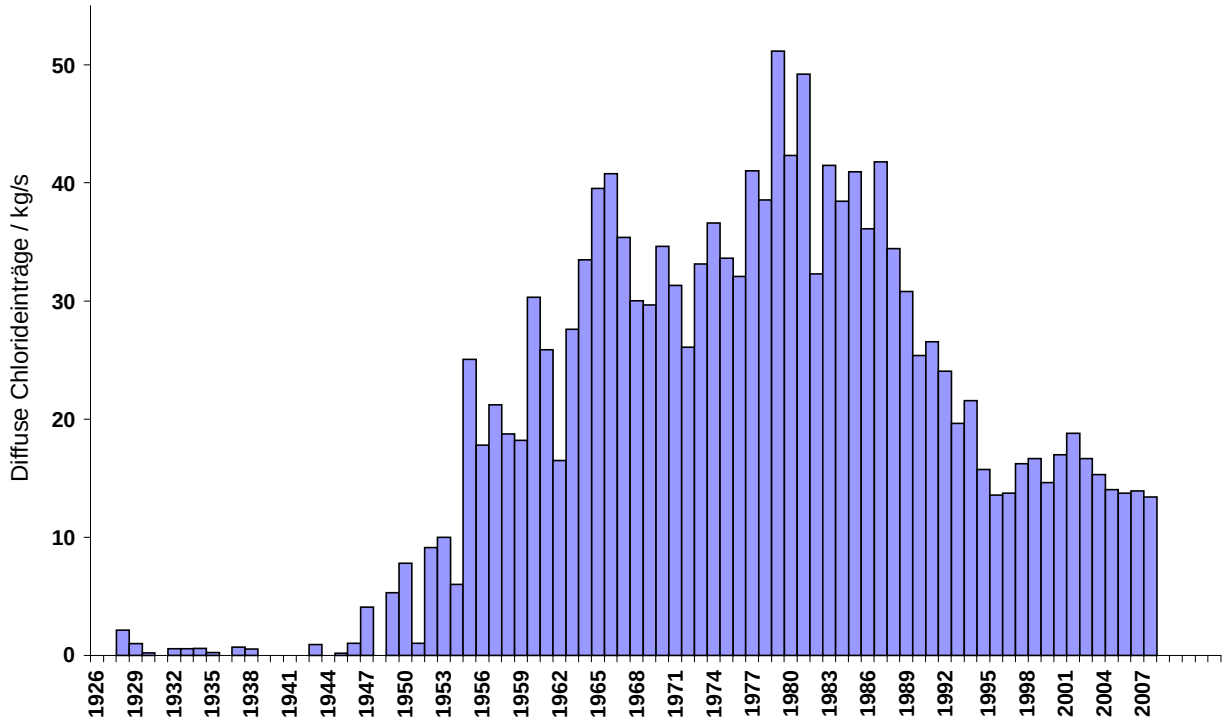


Abb. 2.19: ***Entwicklung der diffusen Chlorideinträge in die Werra im Zeitraum von 1926 bis 2008***

Die Entwicklung der diffusen Chlorideinträge (inklusive der Vorbelastung) in die Werra war bis 1980 stark ansteigend und sank seitdem wieder deutlich ab. Seit 1995 zeigt sich keine weitere signifikante Reduktion der diffusen Einträge, trotz der zwischenzeitlich weiter stark reduzierten Versenkmengen.

Die Erkenntnisse über die mittelbaren Auswirkungen der Versenkung auf die diffusen Einträge war neben der Begrenztheit des Versenkraums ein weiterer Aspekt für die zuständigen Behörden, der Schonung des Versenkraumes Vorrang vor der Reduzierung der Einleitung zu geben.

Das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) hat in einer aktuellen Stellungnahme zur Entwicklung der diffusen Einträge (Beitrag am Runden Tisch) festgestellt, dass auch

nach Einstellung der Versenkung noch über einen langen Zeitraum mit nicht unerheblichen diffusen Einträgen zu rechnen ist.

Aus diesem Grund werden die diffusen Einträge in der jetzigen Höhe für die Abschätzung der Auswirkung der zukünftigen Salzabwassereinleitungen in der weiteren Darstellung mit berücksichtigt.

2.6 Berechnungsmodell für Einleitung und Versenkung

Im Folgenden wird auf die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen dem Salzabwasseranfall und der Salzabwasserentsorgung eingegangen. Ausgehend von Salzabwasseranfall werden die Rahmen- und Randbedingungen für die Salzabwassereinleitung erläutert und die Beziehung zwischen Einleitung und Versenkung dargestellt.

Aufgrund der kontinuierlichen Rohsalzverarbeitung fallen täglich bestimmte Mengen an Prozessabwässern an. Dazu kommen die durch Niederschläge bedingten Haldenwässer. Für die Entsorgung der Salzabwässer stehen die Einleitung in die Werra und die Versenkung in den Plattendolomit zur Verfügung.

Die Menge an Salzabwasser, das in die Werra eingeleitet werden kann, ist grundsätzlich abhängig von der Höhe

- der Wasserführung der Werra (Abfluss)
- der behördlich festgelegten Grenzwerte am Pegel Gerstungen
- der diffusen Einträge in die Werra und der Vorbelastung von Werra und Nebengewässern
- sowie des Salzgehalts der Salzabwässer selbst.

Insbesondere hat die stark schwankende Wasserführung der Werra einen entscheidenden Einfluss auf die Einleitrate. Dabei kann die Wasserführung nicht nur innerhalb eines Jahres stark schwanken, sondern auch die ganzjährigen Wasserführungen sind größeren Schwankungen unterworfen.

Es können somit nicht immer die gesamten anfallenden Salzabwassermengen zeitnah in die Werra eingeleitet werden. Als zweiter Entsorgungsweg ist daher die Versenkung von Salzabwasser in den Plattendolomit notwendig. Übertägige Speicherbecken können nur in

einem begrenzten Umfang einen Ausgleich zwischen dem kontinuierlich anfallenden Salzabwasser und der schwankenden Wasserführung der Werra schaffen.

Für die Abschätzung der Auswirkungen der zukünftigen Salzabwasserentsorgung auf die Einleitung und Versenkung wurde ein Berechnungsmodell entwickelt. Eine Schwierigkeit bildet dabei die Vorhersage der zu erwartenden Wasserführung der Werra. Daher wurden drei so genannte Referenzjahre zu Grunde gelegt, die die Wasserführung für ein trockenes, ein mittleres und ein feuchtes Jahr repräsentieren. Als Referenzjahre wurden folgende vom HLUG vorgeschlagene Jahre verwendet: Das Jahr 1976 repräsentiert ein trockenes Jahr (Mittlerer Abfluss [MQ], Gerstungen, 17,8 m^3/s), 1999 ein mittleres (MQ, Gerstungen, 31,4 m^3/s) und 1987 ein feuchtes Jahr (MQ, Gerstungen, 46,4 m^3/s).

Ausgehend von den in den nächsten Jahren zu erwartenden Salzabwassermengen und Zusammensetzungen, die nach der Umsetzung des Maßnahmenpakets bei der Rohsalzverarbeitung noch anfallen und unter Berücksichtigung der diffusen Einträge und der Vorbelastung werden am Beispiel der drei Referenzjahre Aussagen über die jeweiligen Einleit- und Versenkmengen abgeleitet. Die Versenkmengen sind darüber hinaus unmittelbar abhängig von der Höhe der zukünftigen Grenzwerte in der Werra und vom Optimierungsgrad der Produktionsprozesse in Bezug auf eine weitere Reduzierung des Salzabwasseranfalls. Diese Zusammenhänge werden ebenfalls aufgezeigt. Entsprechende Modellberechnungen finden sich in den jeweiligen Einzelkapiteln.

3. Bausteine der Gesamtstrategie

Die mit den Ländern Hessen und Thüringen abgeschlossene öffentlich-rechtliche Vereinbarung sieht vor, dass K+S eine Gesamtstrategie erarbeitet, wie die Versenkung flüssiger Rückstände in Hessen beendet und die Umweltbelastungen, insbesondere durch die Salzabwassereinleitungen in Werra und Weser, weiter reduziert werden sollen. Die im Rahmen der Gesamtstrategie vorgesehenen Maßnahmen sollen in ihrer zeitlichen Abfolge beschrieben werden. Daher sind die in diesem Kapitel dargestellten Kernelemente unserer Strategie nach Zeiträumen gegliedert. Der Gesamtbetrachtungszeitraum reicht bis in die Nachbetriebsphase der Kaliwerke in Hessen und Thüringen, also weit über den Zeitraum hinaus, den die öffentlich-rechtliche Vereinbarung mit ihrer Laufzeit von 30 Jahren bis zum Jahre 2039 im Blick hat.

Naturgemäß lassen sich die kurz- und mittelfristig zu treffenden Maßnahmen heute bereits relativ konkret darstellen, während die noch weiter in der Zukunft liegenden Zeiträume nur ansatzweise skizziert werden können. Bezugsjahr für alle dargestellten Veränderungen ist jeweils das Jahr 2006 mit einer anfallenden Gesamtsalzabwassermenge von 14 Mio. m³.

Die einzelnen Zeiträume ergeben sich aus folgenden Erwägungen:

- Maßnahmen zur kurzfristigen Minimierung der Versenkung im Zeitraum bis 2011

  Dieser Zeitraum ergibt sich aus dem Auslaufen der derzeitigen Versenkerlaubnis der K+S zum 30.11.2011. In der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung ist vorgesehen, dass K+S konkrete Vorschläge zur kurzfristigen Reduzierung der Versenkung in Hessen im Rahmen der geltenden Versenkerlaubnis vorlegt, die sich bis 2011 realisieren lassen. Dieser Verpflichtung ist K+S mit einem Bericht vom 31.3.2009 nachgekommen. Die für den Zeitraum bis 2011 vorgesehenen Maßnahmen werden hier noch einmal zusammengefasst.

- Zeitraum bis 2015

  Bis zu diesem Jahr wird spätestens das Maßnahmenpaket der K+S umgesetzt. Die bisherige Versenkung in Hessen wird beendet und eine in diesem Zeitraum aufgebaute Neue Integrierte Salzabwassersteuerung (NIS) für einen länderübergreifenden weiter verbesserten Gewässer- und Grundwasserschutz in Betrieb sein. K+S wird bis Ende 2010 die grundsätzliche technische Machbarkeit verschiedener Fernleitungsvarianten prüfen und ein Konzept über den weiteren Planungsprozess unter Beachtung der Prüfkriterien vorlegen. Hierbei wird unter anderem der Kenntnisstand des Runden Tischs berücksichtigt.

- Zeitraum bis 2020

  Bis ca. 2020 wird es möglich sein, die tatsächliche Entwicklung des Rückgangs der diffusen Einträge sowie die sich durch das Maßnahmenpaket ergebende weiter positive Entwicklung in der Werra zu beobachten und zu dokumentieren. Hieraus werden dann Schlussfolgerungen bezüglich der Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung des Gewässerzustands von Werra und Weser zu ziehen sein. Im Zentrum der Überlegungen für diesen Zeitraum steht die von ökologischen, politischen und wirtschaftlichen Kriterien abhängige Realisierung einer Fernpipelinevariante zur ortsfernen Entsorgung der noch verbliebenen Salzabwassermengen. Der gewählte Zeitraum wird auch in den im Jahr 2007 gefassten Beschlüssen der Landtage von Hessen und Thüringen erwähnt und als Wegmarke aufgegriffen.

- Zeitraum bis 2027

  Die Wahl dieses Zeitraums ergibt sich aus den zeitlichen Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). 2027 müssen die Maßnahmenpläne der WRRL spätestens umgesetzt sein. Danach können nur unter engen gesetzlichen Voraussetzungen noch Ausnahmen von den Bewirtschaftungszielen der WRRL erteilt werden.

- Zeitraum nach 2027

  Dieser Zeitraum ergibt sich hinsichtlich seines Beginns aus den zuvor gewählten Zeiträumen. Er lässt sich hinsichtlich seines Endes allerdings aus heutiger Sicht nicht klar eingrenzen, da ein fixes Ende der Laufzeit der aktiven Gruben- und Fabrikbetriebe nicht starr ermittelt werden kann.

- Nachbetriebsphase

  Die in diesem Kapitel getroffenen Aussagen gelten unabhängig von dem konkreten Jahr, in dem ein einzelner Standort in die Nachbetriebsphase eintritt.

4. Forschung und Entwicklung

Die Reduzierung der Umweltbelastungen stellt seit vielen Jahren einen zentralen Schwerpunkt der Forschung und Entwicklung in der K+S Gruppe dar. Die Aktivitäten in diesem wichtigen Bereich wurden gerade in letzter Zeit verstärkt und werden auch in Zukunft einen besonderen Stellenwert einnehmen.

Im Folgenden seien hier ausgewählte Forschungsschwerpunkte aufgeführt (Kap. 4.1 bis 4.7):

4.1 Steinsalzvorabtrennung

Nach intensiven mehrjährigen Voruntersuchungen im K+S-Forschungsinstitut wurde die Versuchsanlage zur Steinsalzvorabtrennung Mitte des Jahres 2009 im Werk Zielitz als Pilotprojekt unter Tage in Betrieb genommen. Kernstück ist eine ESTA-Anlage. In einem Teilstrom des Rohsalzes soll durch den Einsatz dieser ESTA ein Teil des Steinsalz-Rückstands schon unter Tage abgetrennt werden und dort verbleiben. Bei weiterhin konstanter Fördermen-

ge kann so die Kalikonzentration im geförderten Gut angehoben werden. Dieses Verfahren ist jedoch nur bei Vollauslastung wirtschaftlich. Nach einem erfolgreichen Nachweis der Betriebstauglichkeit einer ESTA-Anlage unter Tage am Standort Zielitz sind auch für andere Standorte entsprechende weitere Forschungsaktivitäten notwendig und angedacht. Allerdings eignet sich das Rohsalz in Zielitz aufgrund der mineralogischen Zusammensetzung weitaus besser für ein solches Vorhaben als die komplexen Salzgemische an den Werrastandorten.

4.2 Eindampfung weiterer magnesiumchloridreicher Lösungen

Aus Untersuchungen zur Eindampfung von Hartsalzabstoßlösung[1] vom Standort Hattorf wurde deutlich, dass die Eindampfung zu einer „Edelsole“ und die Rückgewinnung von Wertstoff u.a. in Form von Carnallit nicht in der gleichen Weise praktikabel sind wie bei der Eindampfung der Magnesiumchloridlösung des Standorts Unterbreizbach. Grund hierfür ist die Kristallisation von Langbeinit, der zur Bildung eines Rückstands mit schleimiger Konsistenz führt. Dieser kann großtechnisch nicht weiter in der notwendigen Weise aufgearbeitet werden und würde ein erhebliches Entsorgungsproblem darstellen.

Mittelfristig soll jedoch geklärt werden, ob aus chemischer und verfahrenstechnischer Sicht die Eindampfung einer durch Lösungstiefkühlung (LTK) entwerteten Hartsalzabstoßlösung in der erforderlichen Weise eingesetzt werden kann. Außerdem sind zu gegebener Zeit vertiefte Überprüfungen (ökonomisch und technisch) für eine Entscheidungsfindung mit entsprechenden Erfahrungen aus der im Maßnahmenpaket geplanten LTK-Anlage zwingend erforderlich.

4.3 Verbringung von magnesiumchloridreichen Lösungen unter Tage

K+S untersucht zur Zeit Möglichkeiten der untertägigen Einstapelung sowohl reiner magnesiumchloridreicher Lösungen als auch in geeigneter Weise verfestigter Salzabwässer. Dazu wird derzeit in beiden Fällen ein intensives Versuchsprogramm in Zusammenarbeit mit dem Institut für Gebirgsmechanik (IFG) Leipzig durchgeführt.

---

[1] Bei dem Begriff „Hartsalzabstoßlösung“ handelt es sich um eine kalium- und sulfathaltige Magnesiumchloridlösung, die ursprünglich bei der Kaliumsulfatproduktion anfällt, anschließend im erforderlichen Deckprozess entwertet wird und schließlich als Hartsalzabstoßlösung entsorgt wird. Diese Lösung soll zukünftig durch die Lösungstiefkühlung auf Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat weiter entwertet werden.

Insbesondere sind hier die Sicherheitsaspekte wie die Dauerstandsicherheit der Salzpfeiler oder auch die erhöhten rechtlichen Anforderungen aufgrund der Nutzung der Untertagedeponie Herfa-Neurode zu berücksichtigen.

4.4 Verwertung der Rückstandshalden in der Nachbetriebsphase

K+S hat schon in der Vergangenheit intensiv nach Möglichkeiten gesucht, die Rückstände der Kali-Aufbereitung zur Herstellung von Auftau- und Industriesalz (NaCl) zu nutzen. Allerdings bleibt festzustellen, dass diese Prozesse gegenwärtig noch nicht die gewünschten Produktqualitäten erreichen, ökonomisch nicht tragfähig sind und mit dem Anfall weiterer Salzabwassermengen verbunden sind.

Ggf. gibt es jedoch für die Nachbetriebsphase die Möglichkeit, ein solches Konzept umzusetzen. Hier besteht die Chance, die dann bestehenden Altanlagen zumindest teilweise zu nutzen. Für die anfallenden Salzabwässer stehen dann ggf. Entsorgungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Ziel weiterer Untersuchungen wird es daher sein, geeignete Aufbereitungsprozesse zu finden, um insbesondere für eine Nachbetriebsphase potenzielle Verwertungsmöglichkeiten für die Haldenrückstände zu sondieren.

4.5 Optimierte Salzlaststeuerung

Nach Einführung der Salzabwassersteuerung im Jahre 2000 ist der Erfolg dieser Maßnahme anhand der Vergleichmäßigung der Konzentrationen an Kalium, Magnesium und Chlorid in der Werra deutlich sichtbar. Auch der ökologische Erfolg dieser Maßnahme ist offensichtlich.

K+S wird diese erfolgreiche Strategie der Salzabwassersteuerung auch weiterhin optimieren. So gibt es Potenzial in Hinblick auf einen verbesserten Regelungsalgorithmus und die Einführung von verbesserten Online-Messungen zur Bestimmung der kritischen Konzentrationsparameter.

4.6 Haldenwasserminimierung

Die Aufhaldungstechnik bei K+S hatte es mit der Schaffung sogenannter Kompakthalden stets zum Ziel, den Flächenverbrauch bei einem maximalen Aufhaldungsvolumen so gering wie möglich zu halten. Damit wird auch die Fläche reduziert, auf der durch Niederschläge Haldenwasser gebildet werden kann. Zusätzlich wird K+S zur weiteren Reduzierung des in der Betriebs- und Nachbetriebsphase anfallenden Haldenwassers eine Weiterentwicklung der Aufhaldung verfolgen. Damit soll ein verbesserter, emissionsarmer und umweltverträglicher Haldenbetrieb entwickelt und eine umweltverträgliche Nachbetriebsphase unter Berücksichtigung der Verwertung haldentypischer Rohstoffe realisiert werden.

4.7 Sonstige Maßnahmen

Die gewässerökologischen Untersuchungen in Werra und Weser werden unvermindert weitergeführt. Dadurch wird sichergestellt, dass die in den letzten 20 Jahren beobachteten ökologischen Veränderungen in dieser Flussgebietseinheit fortgeschrieben werden und für zukünftige Auswertungen ohne zeitliche Unterbrechung zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse werden den zuständigen Behörden und dem Runden Tisch regelmäßig vorgestellt. Erforderliche Änderungen des Untersuchungsumfangs sollen beraten und möglichst einvernehmlich festgelegt werden.

Prinzipiell gilt, dass jede Maßnahme der Verbesserung der Kalium- und Magnesium-Werksausbeute auch die Umweltbeeinträchtigung verringert. Je besser die Komponenten Kalium und Magnesium dem Rohsalz entzogen werden, desto weniger Kalium und Magnesium wird auch in das zu entsorgende Salzabwasser oder in den Rückstand zur Halde gelangen. Somit sind alle Maßnahmen, die darauf abzielen, die Werksausbeute zu erhöhen, zugleich Maßnahmen zur Verbesserung des Umweltschutzes.

Beispielhaft seien hier Maßnahmen zur besseren Prozesssteuerung (z.B. weitere Einführung von Online-Analytik) oder das Suchen nach noch besser geeigneten Konditionierungsmitteln für die Flotation und ESTA genannt.

Aber auch der verbesserte Korrosionsschutz bzw. optimierte Werkstoffe für Produktionsanlagen sorgen dafür, dass aufgrund reduzierter Störungen im Betriebsablauf weniger Salzabwässer zur Entsorgung anfallen.

5. Maßnahmen zur kurzfristigen Minimierung der Versenkung im Zeitraum bis 2011

Gemäß der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung werden im Folgenden konkrete Vorschläge zur kurzfristigen Reduzierung der Versenkung in Hessen im Rahmen der geltenden Versenkerlaubnis dargestellt. Im hessisch-thüringischen Kalirevier mit dem Werk Neuhof-Ellers und dem Werk Werra mit seinen Standorten Hattorf, Unterbreizbach und Wintershall sind im Jahr 2006 rund 14 Mio. m^3 Salzabwasser angefallen. Sie wurden durch Einleitung in die Oberflächengewässer und durch Versenkung in den Plattendolomit entsorgt.

Davon betrug die Menge an Haldenwasser an den Standorten Hattorf und Wintershall sowie im Werk Neuhof-Ellers im Jahr 2006 rund 1,7 Mio. m^3 (Am Standort Unterbreizbach besteht keine Halde). Die Haldenwässer haben derzeit einen Anteil von ca. 15 % am Gesamtsalzabwasseranfall. Dieser Anteil wird in der folgenden Betrachtung bis 2011 nicht weiter berücksichtigt, da er durch technische Maßnahmen kurzfristig nicht beeinflussbar ist. Somit lassen sich für diesen Bereich auch keine kurzfristigen Maßnahmen ableiten.

Die Betrachtungen beziehen sich daher ausschließlich auf den Anfall von Prozessabwässern, die bei der Aufbereitung und Weiterverarbeitung der Kalirohsalze entstehen.

5.1 Einsparung Prozessabwasser Werk Werra ab 2008

In Summe der jeweils an den drei Standorten des Werkes Werra eingesparten Prozessabwassermengen und der darin gelösten Massen an Kalium, Magnesium und Chlorid ergeben sich die folgenden Prozessabwassermengen und -frachten in den Jahren 2006 und 2008 für das Werk Werra die in Tabelle 5.1 genannten Werte.

Tab. 5.1: ***Vergleich der Prozessabwassermengen und gelösten Massen 2006 und 2008***

	Einheit	2006	2008	Reduzierung	Reduzierung in %
Mengen	Mio. m^3	12,0	10,3	1,8	15
Kalium	Tsd. t	245,4	219,9	25,5	10
Magnesium	Tsd. t	370,6	323,1	47,5	13
Chlorid	Tsd. t	2.086,6	1.780,9	305,7	15

Im Werk Werra wurde 2008 somit gegenüber dem Jahr 2006 die Prozessabwassermenge um ca. 15 %, d.h. rund 1,8 Mio. m^3, reduziert. In der Folge sanken die Massen an gelöstem Kalium um ca. 10 % (25.580 t), Magnesium um ca. 13 % (47.490 t) und Chlorid um ca. 15 % (305.710 t) im entsorgten Salzabwasser.

Die im Jahr 2008 erfolgreich getesteten und umgesetzten Einsparungen werden auch in Zukunft beibehalten und somit zu einer Verminderung des Prozessabwasseranfalls beitragen. Darüber hinaus gibt es derzeit keine kurzfristigen technischen oder verfahrenstechnischen Maßnahmen, die zu einer weiteren Reduktion der Prozessabwassermenge beitragen könnten. Erst durch die Umsetzung der Maßnahmen des Maßnahmenpakets wird die Prozessabwassermenge noch einmal spürbar sinken.

Die erzielten Einsparungen an Prozesswasser haben im Jahr 2008 zu einer deutlichen Verminderung der Versenkmengen in Hessen gegenüber dem Jahr 2006 geführt. Bei vergleichbarer Wasserführung wie 2006 wurden in Hessen im Jahr 2008 rund 1,0 Mio. m^3 weniger versenkt. Die entsprechenden Daten sind in der Tabelle 5.2 dargestellt.

Tab. 5.2: ***Vergleich der Versenkmengen und der gelösten Massen 2006 und 2008***

	Einheit	2006	2008	Reduzierung	Reduzierung in %
Mengen	Mio. m^3	6,1	5,3	0,8	14
Kalium	Tsd. t	156,1	132,9	23,2	15
Magnesium	Tsd. t	202,3	163,5	38,8	19
Chlorid	Tsd. t	1.066,4	915,4	151,0	14

5.2 Länderübergreifender Salzabwasserverbund

Da kurzfristig keine weiteren Maßnahmen der Prozessabwassereinsparung mehr umgesetzt werden können, ist eine weitere kurzfristige Verminderung der Versenkmengen in Hessen nur über die Optimierung der Zusammensetzung der in die Werra einzuleitenden Salzabwässer zu erreichen.

Voraussetzung für diese weitere Reduktion der Versenkmengen ist eine noch striktere Trennung zwischen magnesium- und kaliumchloridarmen, so genannten „weichen“ Salzwässern, und von magnesium- und kaliumchloridreichen, so genannten „harten“ Salzwässern, bei

der Einleitung. Aufgrund der festgelegten Chlorid- und Gesamthärtegrenzwerte können mehr „weiche“ als „harte“ Salzabwässer in die Werra eingeleitet werden. Durch die Trennung der Salzabwässer ist es möglich, das unter Einhaltung der Grenzwerte größtmögliche Volumen einzuleiten. So können größere Mengen Salzwässer eingeleitet statt versenkt werden. Dadurch wird insbesondere bei mittlerer Wasserführung der Werra der Plattendolomit entlastet.

Eine Grundvoraussetzung für eine bessere Trennung zwischen „weichen“ und „harten“ Salzabwässern und der damit verbundenen Minimierung der Versenkmengen in Hessen ist die Schaffung eines Salzabwasserverbunds zwischen Hessen und Thüringen. Dadurch wäre es möglich, Salzabwässer des Standorts Unterbreizbach nach Hattorf zu leiten. Die dafür notwendige Leitung besteht bereits und ist betriebsbereit. Es geht darum, die hochkonzentrierten magnesiumreichen Salzabwässer, die in Unterbreizbach anfallen, nach Hattorf zu transportieren, um sie dort im Plattendolomit zu versenken. Dadurch wäre es andererseits möglich, vom Standort Hattorf aus größere Mengen an anfallendem magnesium- und kaliumarmen Salzabwasser in die Werra einzuleiten, welches im Falle der Einleitung des magnesiumreichen Salzabwassers des Standorts Unterbreizbach versenkt werden müsste.

Durch die Schaffung eines Salzabwasserverbunds besteht die Möglichkeit, die Versenkrate im hessisch-thüringischen Versenkraum durchschnittlich um ca. 1,2 Mio. m^3/a zu reduzieren. Darüber hinaus ergibt sich durch den Salzabwasserverbund die Möglichkeit, schon in Zeiten niedriger Wasserführung der Werra, „weiches“ Salzwasser aus dem Plattendolomit (Versenkraum) rückzufördern und damit den Versenkraum weiter zu entlasten.

Durch die Versenkung von „harten“ Salzabwässern kann zusätzlich der Chloridgrenzwert am Pegel Gerstungen noch besser ausgenutzt werden, so dass bei einer weiteren Verbesserung der Einleitsteuerung mehr „weiches“ Salzabwasser eingeleitet werden kann.

Trotz einer volumetrisch größeren Salzwassereinleitung entlastet der Salzabwasserverbund die Werra von den ökologisch relevanten magnesium- und kaliumreichen Einleitungen des Standorts Unterbreizbach. Sowohl die Werra als auch der Versenkraum werden durch den Salzabwasserverbund entlastet.

5.3 Optimierung der Einleitsteuerung

Indem die Einleitsteuerung in Folge des Salzabwasserverbunds weiter verbessert wird, kommt es zu einer Entlastung der Versenkung und zu einer weiteren Vergleichsmäßigung des Chloridgehalts in der Werra.

Derzeit wird intensiv an einer weiteren Verbesserung der Salzlaststeuerung gearbeitet. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei in der besseren Ausnutzung von Phasen hoher Abflüsse der Werra und der Einführung von Online-Analyseverfahren. Durch eine frühzeitige Vorhersage der Pegelstände sowie die genaue Kenntnis der Zusammensetzung der Salzabwässer können die Salzabwassereinleitungen besser an die Wasserführung der Werra angepasst werden.

Durch die Verbesserung der Salzlaststeuerung ab voraussichtlich Ende 2009 wird eine Minderung der Versenkrate um mindestens 100.000 m^3/a erwartet.

5.4 Ermittlung der diffusen Einträge am Kiessee Dankmarshausen

Der Kiessee Dankmarshausen ist über einen Graben an die Werra angebunden. Er führt über diesen der Werra kontinuierlich salzhaltiges Grundwasser zu. Durch Wehrbewegungen induzierte Schwankungen des Wasserspiegels führen unter bestimmten Umständen zu Überschreitungen der Grenzwerte am Pegel in Gerstungen, da in diesen Fällen größere Mengen salzhaltigen Wassers aus dem Kiessee in die Werra gelangen. Auch um Grenzwertüberschreitungen zu vermeiden, wird bei der Einleitsteuerung der Salzwässer des Werkes Werra ein gewisser Sicherheitsabstand zu den Grenzwerten angestrebt.

Der Einbau einer Schwelle in den Ablaufgraben des Kiessees zur Werra hin könnte den direkten Einfluss der Wehrbewegungen des Wasserkraftwerkes Berka unterbinden. Ferner kann im Bereich der neuen Schwelle ein System der Abflussmessung installiert werden. Über die Abflussmessung lässt sich bei Kenntnis des Salzgehalts des Wassers aus dem Kiessee der Beitrag des Kiessees zu den diffusen Einträgen quantifizieren. Die Ergebnisse können in die Salzlaststeuerung integriert werden. Damit ergibt sich eine weitere Möglichkeit, die Grenzwerte am Pegel Gerstungen noch besser auszusteuern.

Eine entsprechende Projektplanung für eine Schwelle liegt bereits vor. Neben der Genehmigungsfrage sind auch Grundstückfragen zu klären.

Durch den Einbau einer solchen Schwelle in Verbindung mit Abflussmessungen kann eine zusätzlich zulässige Einleitmenge von Salzabwasser der Standorte des Werkes Werra von mindestens 50.000 m^3/a angenommen werden.

5.5 Ausbau der Rückförderung aus dem Plattendolomit

Die schon in der Vergangenheit betriebene Überwachung des Versenkraums durch eine Vielzahl von Überwachungsbohrungen (tiefe Grundwassermessstellen) im Plattendolomit ermöglicht es, in Verbindung mit weiteren Daten und Erkenntnissen und mit Unterstützung der renommierten Ingenieurfirma DHI-WASY, Berlin, die Verteilung der bisher versenkten Salzabwässer im hessisch-thüringischen Versenkgebiet nachzuvollziehen. Es wurde ein numerisches Grundwassermodell „Werra“ des Plattendolomits erstellt. Mit Hilfe dieses Modells können Aussagen über die Verteilung der versenkten Salzabwässer getroffen werden. Die Abbildung 5.1 zeigt die modellierte Verteilung der Salzkonzentration des Wassers im Plattendolomit.

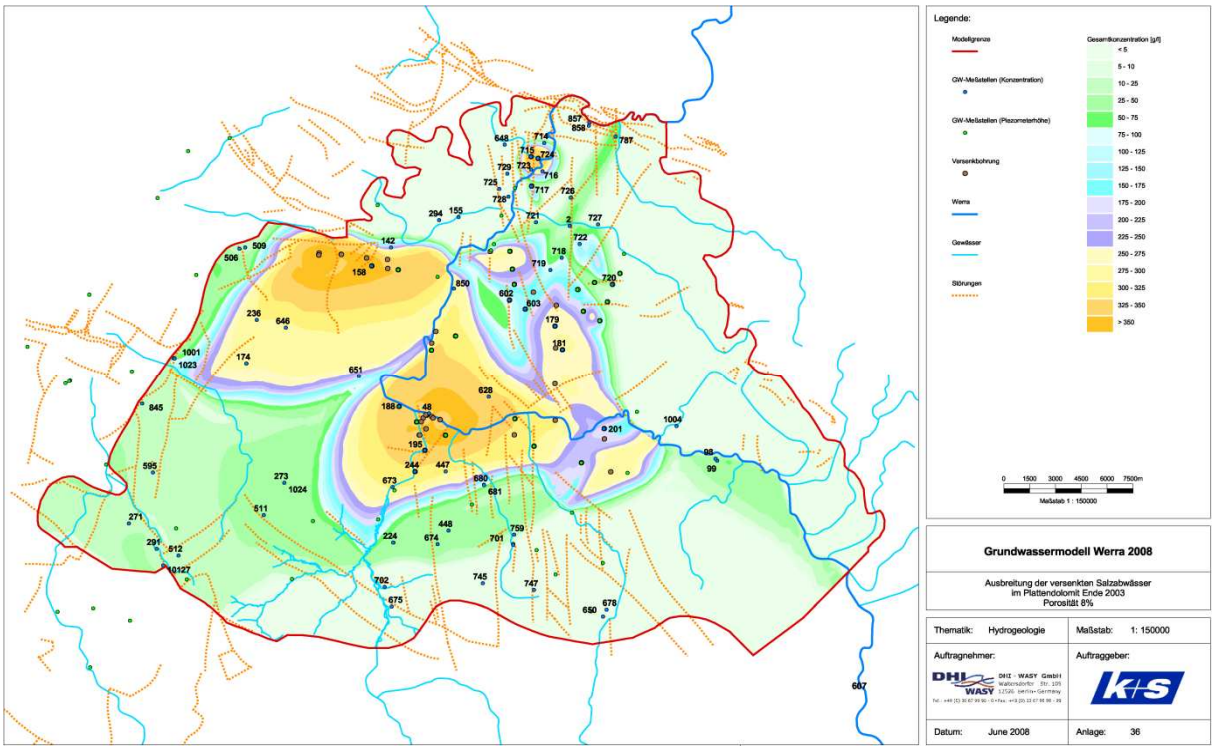


Abb. 5.1: ***Salzkonzentration des Wassers im Plattendolomit im Jahr 2003 nach dem numerischen Grundwassermodell „Werra 2008“ der K+S sowie aus Überwachungsbohrungen im Plattendolomit***

Mit Hilfe dieser im Modell entwickelten Verteilung der Salzkonzentration können für die geplante Rückförderung von Salzwasser aus dem Plattendolomit u. a. Ansatzpunkte für künftige Rückförderbohrungen abgeleitet werden. Zudem gewährleistet das Modell in Verbindung mit den bestehenden und zukünftigen Kontroll- und Überwachungsbohrungen einen sicheren und kontrollierbaren Rückförderbetrieb.

Im hessischen Versenkgebiet gibt es derzeit über die umgebaute Versenkbohrung Heringen 2A die Möglichkeit, bei ausreichender Wasserführung der Werra, Salzwasser aus dem Plattendolomit zu fördern. Die Förderleistung der Pumpe in der Bohrung Heringen 2A liegt bei ca. 150 m^3/h.

Im Jahr 2007, mit einem mittleren Abfluss der Werra von ca. 36,2 m^3/s, konnten beispielsweise rund 214.000 m^3 Salzwasser über diese Bohrung aus dem Plattendolomit gefördert werden. Im Vergleich zur versenkten Menge an Salzabwasser waren dies rund 5 %. Seit Inbetriebnahme der Rückförderbohrung Heringen 2A im Jahre 2003 konnten mehr als 1,0 Mio. m^3 aus dem Plattendolomit zurückgefördert werden.

Durch den Ausbau weiterer Förderkapazitäten an geeigneten Standorten kann eine weitere Entlastung des Versenkraums erreicht werden. Dazu sind im Bereich des Standorts Hattorf zu Beginn des Jahres 2009 temporär in bestehenden Versenkbrunnen Förderpumpen installiert und Förderversuche aufgenommen worden. Dies geschieht im Rahmen eines Versuchsbetriebs vornehmlich an den Versenkbrunnen, die für die Versenkung von Kieseritwaschwasser genutzt werden.

Von Januar bis April 2009 konnten aus den umgerüsteten Versenkbohrungen 474.000 m^3 Salzwasser zurückgefördert werden. Die analysierte chemische Zusammensetzung des geförderten Salzwassers entspricht weitestgehend derjenigen des versenkten Kieseritwaschwassers.

Auf den Ergebnissen des Förderversuchs soll aufgebaut werden. Ab dem Jahr 2010 werden im Bereich des Standorts Hattorf zwei Bohrungen für die Rückförderung installiert. Dies hat den Vorteil, dass mit fest installierten Förderpumpen zeitnah auf höhere Wasserführungen der Werra reagiert werden kann.

Mit diesen Rückförderbohrungen wird die mögliche Entlastung des Plattendolomits bzw. die Reduzierung der durchschnittlichen jährlichen Versenkmenge um mindestens 500.000 m^3 geschätzt. Dabei ist der Betrieb der Bohrung Heringen 2A mit eingeschlossen. Voraussetzung

ist allerdings, dass die Wasserführung der Werra eine Einleitung von Salzwasser aus der Rückförderung erlaubt.

Der Ausbau der Rückförderung soll in den nächsten Jahren fortgesetzt werden und die Rückförderung in die länderübergreifende Neue Integrierte Salzabwassersteuerung (NIS) eingebunden werden. Nähere Erläuterungen zum NIS finden sich im Kapitel 6.5.

5.6 Abschätzung der Salzabwassermengen für 2010 und 2011

Für diesen Zeitraum wird, ausgehend vom Salzabwasseranfall des Jahres 2008 mit ca. 11,9 Mio. m³, eine Abschätzung des in 2010 und 2011 zu erwartenden Salzabwasseranfalls vorgenommen. Dabei sind die schon durchgeführten Salzabwasserreduzierungen im Vergleich zum Jahre 2006 berücksichtigt.

Tab. 5.3: ***Prognostizierte Salzabwassermengen der Standorte des Werkes Werra und des Werkes Neuhof-Ellers für die Jahre 2010 und 2011***

Standort	Hattorf Mio. m^3	Wintershall Mio. m^3	Unterbreizbach Mio. m^3
Kieseritwaschwasser	3,1	--	--
Hartsalzabstoßlösung	2,5	--	--
Kieseritdeckwasser	--	1,2	--
Q+E-Lösung[2]	--	1,0	
Q-Lösung[2]	--	--	1,8[3]
Spülwasser	--	--	0,4
Haldenwasser	0,7	0,5	--
Haldenwasser NE	0,7	--	--
Summe	7,0	2,7	2,2

[2] Q-Lösung ist hier im technischen Sinne eine magnesiumchloridreiches Salzabwasser aus dem Heißlöseprozess, E-Lösung ist ein magnesiumchloridreiches Salzabwasser, die nach Teileindampfung aus der Sulfatproduktion resultiert.

[3] Aufgrund zukünftiger Rohsalzveränderungen wird diese Menge abnehmen und ab 2013 nur noch ca. 1 Mio. m³/a betragen.

5.7 Fazit:

Maßnahmen zur kurzfristigen Minimierung der Versenkung im Zeitraum bis 2011

Mit den kurzfristigen Maßnahmen zur Reduzierung der Versenkung in Hessen kommt K+S der Verpflichtung aus dem § 3 Abs. 3 der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung nach.

Im Jahr 2008 wurden an den einzelnen Standorten des Werkes Werra weitere Maßnahmen zur Reduzierung des Anfalls von Prozessabwasser aus der Aufbereitung von Kalirohsalzen und deren Weiterverarbeitung erfolgreich getestet und umgesetzt. Damit und in Verbindung mit zeitlich begrenzten Produktionseinschränkungen, die wegen der schwächeren Nachfrage Ende 2008 erforderlich waren, sind im Vergleich zum Bezugsjahr 2006 rund 1,8 Mio. m^3 weniger an Prozessabwasser angefallen. Diese Einsparung kam zur Hälfte der Reduzierung der Versenkmenge in Hessen zu Gute. Kurzfristige, darüber hinausgehende Einsparungen durch technische und verfahrenstechnische Maßnahmen sind derzeit aber nicht mehr in dieser Größenordnung erreichbar.

Eine weitere Entlastung des Versenkraums lässt sich dagegen durch Maßnahmen, die zu einem Ausbau der Rückförderung von Salzwasser aus dem Plattendolomit führen, sowie durch Maßnahmen, die die Einleitung von Salzabwasser in die Werra verbessern, erreichen. Eine Grundvoraussetzung ist dabei die Schaffung eines Salzwasserverbunds zwischen Hessen und Thüringen. In Summe aller Maßnahmen lässt sich dadurch der Versenkraum bei entsprechenden Wasserführungen der Werra um weitere rund 1,0 bis 1,8 Mio. m^3/a entlasten.

6. Zeitraum bis 2015

Bis spätestens 2015 wird das Maßnahmenpaket der K+S umgesetzt, die bisherige Versenkung auch in Hessen beendet und eine in diesem Zeitraum aufgebaute, Neue Integrierte Salzabwassersteuerung für einen weiter verbesserten Gewässer- und Grundwasserschutz (NIS) in Betrieb sein. Um die zukünftige Kalirohsalzaufbereitung in den Werken Werra und Neuhof-Ellers sicherzustellen, wurde ein nachhaltiges Entsorgungskonzept für die flüssigen Rückstände erarbeitet. Das Konzept besteht aus verschiedenen Einzelbausteinen, die es ermöglichen, in ihrer Gesamtwirkung die folgenden Ziele einer zukünftigen nachhaltigen Salzabwasserentsorgung zu erreichen:

1. Minimierung des Salzwasseranfalls in Volumen und Fracht
2. Einstellung der bisherigen Versenkung
3. Entlastung der Werra von den biologisch besonders wirksamen Kalium- und Magnesiumionen

In den folgenden Betrachtungen wird der Eintrag von nicht steuerbaren Salzzutritten aus dem Untergrund in die Werra, den so genannten diffusen Einträgen, berücksichtigt.

Im Jahr 2006 wurden im Werk Werra ca. 20 Mio. t Rohsalz verarbeitet. In Summe fielen dabei rund 13 Mio. m^3 Salzabwasser an. Aufgrund der unterschiedlichen standortspezifischen Rohsalze, der eingesetzten Aufbereitungsverfahren sowie der hergestellten Produkte kommt es zum Anfall in Menge und Zusammensetzung unterschiedlicher Salzabwässer. Die Salzabwassermengen der Werke Werra und Neuhof-Ellers ergeben sich aus Tabelle 6.1:

Tab. 6.1: ***Salzabwassermengen der Werke Werra und Neuhof-Ellers (2006)***

	Gesamtvolumen/ Mio. m^3	Einleitungsvolumen/ Mio. m^3	Versenkungsvolumen/ Mio. m^3
Werk Werra:			
Hattorf	7,3	3,3	4,0
Unterbreizbach	2,2	1,1	1,1
Wintershall	3,6	1,5	2,1
Summe Werk Werra	13,1	5,9	7,2
Werk Neuhof-Ellers	0,66	0,02	0,64

Neben dem Salzabwasseranfall des Werkes Werra ist für die zukünftige Entsorgung auch die Übernahme der Salzabwässer des Werkes Neuhof-Ellers zu berücksichtigen. Dabei wird eine durchschnittliche Salzabwasserrate von rund 700.000 m^3/a unterstellt. Somit ergibt sich, ausgehend vom Jahr 2006, eine Salzabwassermenge des Werkes Werra und des Werkes Neuhof-Ellers von rund 14 Mio. m^3.

Darüber hinaus gibt es einen Salzeintrag in die Werra über die so genannten diffusen Einträge (in dieser Menge sind auch die Vorlast von Werra und Ulster in Bezug auf die Salzparameter sowie geringe Salzeinträge über die Kühl- und Sielwässer erfasst), der zu berücksichtigen ist.

Die Frachten von Chlorid, Magnesium und Kalium im Salzabwasser der Werke Werra und Neuhof-Ellers und den diffusen Einträgen sind für das Jahr 2006 in der Tabelle 6.2 zusammengestellt.

Tab. 6.2.: ***Frachten im Salzabwasser des Werkes Werra, des Werkes Neuhof-Ellers sowie der diffusen Einträgen inklusive der Vorlast (2006)***

	Chlorid/ Tsd. t/a	Magnesium/ Tsd. t/a	Kalium/ Tsd. t/a
Werk Werra	2.249	407	265
Siel- und Kühlwasser	66	16	16
Werk Neuhof-Ellers	95	22	13
Diffus (incl. Vorlast)	423	38	16
Summe	2.832	483	309

Bei vollständiger Einleitung aller anfallenden Salzabwässer ergäben sich unter Berücksichtigung der diffusen Einträge und bei einem Werrawasserabfluss von 30,9 m^3/s (langjähriges Mittelwasser) im Mittel die folgenden Konzentrationen an Chlorid, Magnesium und Kalium in der Werra am Pegel Gerstungen:

- Chlorid: 2.910 mg/l
- Magnesium: 496 mg/l (entsprechend 114 °dH)
- Kalium: 317 mg/l

Aus diesen berechneten Konzentrationen wird deutlich, dass eine vollständige Einleitung aller Salzabwässer in die Werra unter Einhaltung der derzeitigen Grenzwerte von Chlorid

(2.500 mg/l) und Gesamthärte (90 °dH) sowie des Richtwertes für Kalium (200 mg/l) nicht möglich ist.

Ausgehend von diesen Ergebnissen und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass zukünftig sowohl der Salzeintrag in die Werra als auch die Versenkmengen in den Plattendolomit zu reduzieren sind, wurde ein Konzept erarbeitet. Es besteht aus den folgenden Einzelmaßnahmen:

1. Bau einer Anlage zum Eindampfen von Magnesiumchloridlösung in Verbindung mit der Erweiterung des GuD-Kraftwerks am Standort Unterbreizbach
2. Umstellung der Nassgewinnung von Kieserit auf das trockene ESTA-Verfahren am Standort Hattorf
3. Bau einer Tiefkühlanlage für Salzlösungen am Standort Hattorf
4. Weiterentwicklung der Flotation am Standort Wintershall
5. Aufbau einer Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS) für einen länderübergreifenden weiter verbesserten Gewässer- und Grundwasserschutz
6. Sonstige Maßnahmen (siehe Kap. 6.6)

Die Reihenfolge der einzelnen Maßnahmen stellt keine Gewichtung der Wirkung dar. Insgesamt werden bis Ende 2015 Investitionen von bis zu 360 Mio. EUR veranschlagt.

6.1 Bau einer Anlage zum Eindampfen von Magnesiumchloridlösung in Verbindung mit der Erweiterung des Gas-und-Dampfturbinen-Kraftwerkes am Standort Unterbreizbach (EDA)

Am Standort Unterbreizbach fallen durch die Verarbeitung von Rohsalz mit einem hohen Anteil an Carnallit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6\ H_2O$) jährlich bis zu 2 Mio. m^3 Magnesiumchloridlösung an. Dieser Zwangsanfall an Magnesiumchloridlösung ist nicht vermeidbar, denn der Wertstoff Kaliumchlorid kann nur dadurch gewonnen werden, dass das Doppelsalz Carnallit in Wasser gegeben wird. Dabei geht das Magnesiumchlorid vollständig in Lösung.

Durch eine Eindampfung der Magnesiumchloridlösung kann in einem weiteren Verfahrensschritt ein Großteil des Wassers wieder entzogen werden, wodurch eine hochkonzentrierte Magnesiumchloridlösung entsteht. Diese Magnesiumchloridlösung kann zum einen verkauft,

oder, in Substanz oder verfestigt, in leere Grubenräume nach unter Tage verbracht werden. Sie wird damit dem bisherigen Salzabwasserentsorgungssystem entzogen.

Beim Eindampfprozess fällt unter anderem wiederum Carnallit an, aus dem in der oben beschriebenen Weise Kaliumchlorid gewonnen wird.

Die Eindampfung der Magnesiumchloridlösung erfolgt in einer neu zu errichtenden Eindampfanlage am Standort Unterbreizbach. Die dafür notwendige Energie wird durch eine Erweiterung des am Standort Unterbreizbach bestehenden Gas-und-Dampfturbinen-Kraftwerkes (GuD) bereitgestellt.

Abb. 6.1: ***Bild einer Eindampfanlage für Salzlösungen***

Durch die Eindampfung der Magnesiumchloridlösung verringert sich das Salzabwasservolumen am Standort Unterbreizbach und damit im Werk Werra um bis zu 2 Mio. m³/a.

Im Vergleich zum Jahr 2006 müssen dann nicht mehr rund 430 Tsd. t/a Chlorid, rund 40 Tsd. t/a Kalium und rund 126 Tsd. t/a Magnesium in Form von Salzabwasser entsorgt werden.

6.2 Umstellung der Nassgewinnung von Kieserit auf das trockene ESTA-Verfahren

Am Standort Hattorf wird der Kieserit, neben dem Flotationsverfahren, zu einem großen Teil mit Hilfe des Waschverfahrens aus dem Löserückstand des Heißlöseprozesses gewonnen. Dabei wird das im Löserückstand neben dem Kieserit vorliegende Steinsalz (NaCl) durch Wasser im Gegenstromverfahren aufgelöst und der Kieserit bleibt in fester Form und mit hoher Reinheit und Ausbeute zurück. Die hohe Qualität des beim Waschverfahren gewonnenen Kieserits lässt eine Weiterverarbeitung zu hochreinen Produkten, insbesondere Pharmaprodukten, zu. Der Nachteil des Waschverfahrens ist der hohe Anfall natriumchloridreichen Salzabwassers.

Durch die Umstellung der Nassgewinnung von Kieserit auf das trockene ESTA-Verfahren wird die Kieseritwaschwassermenge pro Jahr am Standort Hattorf gegenüber 2006 um 3,8 Mio. m³ reduziert. Das dabei vom Kieserit getrennte Natriumchlorid fällt zukünftig in fester Form an und wird auf der Rückstandhalde aufgehaldet.

Um die bisherige, durch das Waschverfahren erzielte Qualität des gewonnen Kieserits zu erreichen, muss der Kieserit mit Hilfe vergleichsweise niedriger Wassermengen gereinigt werden. Dadurch fällt ein Salzabwasservolumen von ca. 0,3 Mio. m^3/a an.

In Summe sinkt somit durch die Umstellung der Kieseritgewinnung auf das trockene ESTA-Verfahren der Salzabwasseranfall des Standorts Hattorf um ca. 3,5 Mio. m^3/a.

Damit ergeben sich eine Reduzierung von Chlorid im Salzabwasser von rund 600.000 t/a und eine Reduzierung von Magnesium und Kalium von jeweils ca. 25.000 t/a. Diese Mengen werden dann nicht mehr in die Werra eingeleitet oder versenkt.

6.3 Bau einer Tiefkühlanlage für Salzlösungen am Standort Hattorf (LTK)

Der Vergleich des Anfalls von Magnesium und Kalium im Salzabwasser der einzelnen Standorte des Werkes Werra zeigt, dass am Standort Hattorf in einem Teilabwasserstrom, der so genannten Hartsalzabstoßlösung, deutliche Mengen an Magnesium und Kalium enthalten sind.

Die Hartsalzabstoßlösung fällt mit einer Temperatur von ca. 25 ℃ an. Durch ein weiteres Abkühlen der Hartsalzabstoßlösung auf Temperaturen von bis zu -10 ℃ sinkt die Löslichkeit von Magnesiumsulfat und Kaliumchlorid in dieser Lösung, und als Folge davon fällt ein Gemisch aus Kaliumchlorid und Bittersalz aus. Dieses Feststoffgemisch kann durch eine Fest-Flüssig-Trennung gewonnen und in weiteren Verfahrensschritten zu Produkten verarbeitet werden. Die Abkühlung der Hartsalzabstoßlösung wird durch eine spezielle Kühlanlage erreicht.

Aufbauend auf umfangreichen Laborversuchen im K+S-Forschungsinstitut wird bereits seit Anfang 2008 am Standort Hattorf erfolgreich eine Pilotanlage unter betrieblichen Bedingungen betrieben. Das folgende Bild zeigt ein Gemisch aus Bittersalz- (längliche Kristalle) und Kaliumchlorid (würfelförmige Kristalle), das in der Pilotanlage gewonnen wurde.

Abb. 6.2: ***Bittersalz- und Kaliumchloridkristalle aus der Pilotanlage zur Tiefkühlung der Hartsalzabstoßlösung in Hattorf***

Aufbauend auf den Erkenntnissen beim Betrieb der Pilotanlage wurde eine Großanlage zur Tiefkühlung von Hartsalzabstoßlösung geplant.

Mit der geplanten Anlage können, abhängig vom Anfall an Hartsalzabstoßlösung, ca. 79.000 t/a bis 83.000 t/a Kaliumchlorid und ca. 64.000 t/a bis 78.000 t/a Magnesiumsulfat in Form von Bittersalz gewonnen und weiterverarbeitet werden und die Lösung durch die Tiefkühlung dadurch entwertet werden.

Die Tiefkühlanlage in Hattorf wird somit durch ihren Betrieb den Kaliumchlorid- und den Magnesiumsulfatgehalt in der Hartsalzabstoßlösung um ca. die Hälfte (KCl von ca. 79 g/l und $MgSO_4$ von ca. 76 g/l auf jeweils ca. 40 g/l) verringern. Dadurch sinkt der Gehalt an Kalium, Magnesium und Chlorid in der Hartsalzabstoßlösung.

Eine signifikante Verminderung des anfallenden Salzabwasservolumens ist mit dem Betrieb der Tiefkühlanlage nicht verbunden. Man kann aber davon ausgehen, dass die eingesparte Salzabwassermenge bei ca. 50.000 m³/a liegt.

Aufgrund des geringeren Kalium- und Magnesiumgehalts der durch die Lösungstiefkühlung entwerteten Hartsalzabstoßlösung kann deshalb der Abstoß erhöht werden, je nach Abfluss-verhältnissen.

6.4 Weiterentwicklung der Flotation am Standort Wintershall

Am Standort Wintershall des Werkes Werra wird ein Teil des Kieserits mit Hilfe des Flotations-verfahrens gewonnen. Dabei fallen im Vergleich zu ähnlichen Anlagen höhere Salzabwasser-mengen an. Durch eine technische Weiterentwicklung des Kieseritflotationsverfahrens kann der Flotationsprozess verbessert und der Salzabwasseranfall um ca. 500.000 m^3/a vermindert werden. Die Abbildung 6.3 zeigt die Kieseritflotation am Standort Hattorf, bei der im Vergleich zum Standort Wintershall geringere Mengen an Salzabwasser anfallen.

Abb. 6.3: ***Kieseritflotation des Standorts Hattorf***

Neben der Verringerung des Salzabwasseranfalls gelingt es darüber hinaus, noch ca. 30.000 t/a Magnesiumsulfat zu gewinnen, das nicht mehr über das Salzabwasser verloren geht.

6.5 Aufbau einer Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS) für einen länderübergreifenden weiter verbesserten Gewässer- und Grundwasserschutz

Die Salzabwasserentsorgung durch die Einleitung in die Werra und in den Plattendolomit (Versenkung) ist durch bestimmte Rahmenbedingungen beschränkt. Bei der Einleitung in die Werra spielen derzeit zum einen die jeweils behördlich festgelegten Grenzwerte (z.Zt. für Chlorid und Gesamthärte) sowie der Richtwert für Kalium und zum anderen die starken Schwankungen der Wasserführung der Werra eine entscheidende Rolle. Über das Jahr hinweg fallen kontinuierlich Salzabwässer an, wobei die Abflussrate der Werra oft so niedrig ist, dass

eine Einleitung nicht oder nur teilweise möglich ist. In diesem Fall werden die jeweils überschüssigen Salzabwässer versenkt.

Um bei der zukünftigen Entsorgung der Salzabwässer zum einen die bisherige Form der Versenkung beenden zu können und zum anderen die Gesamthärte und die Konzentrationen an Chlorid sowie Kalium (Eigenbeschränkung) in der Werra nachhaltig zu senken, ist es notwendig, ein neues System der Salzwasserentsorgung aufzubauen.

Dabei sind folgende Punkte von wesentlicher Bedeutung:

- Ausbau der Beckenkapazität über Tage zur weiteren Vergleichmäßigung der Einleitung von Salzabwasser in die Werra
- Herstellung eines Salzabwasserverbunds zwischen Hessen (Hattorf) und Thüringen (Unterbreizbach) zur verbesserten Trennung zwischen „weichen“ und „harten“ Salzabwässern bei der Einleitung in die Werra
- Austausch „harter“ gegen „weiche“ Salzabwässer, bei dem kalium- und magnesiumreiche Salzabwässer („hart“) in den Plattendolomit eingeleitet werden und gleichzeitig kalium- und magnesiumarme, dafür natriumreiche Salzwässer („weich“) aus dem Plattendolomit zurückgefördert werden
- Ausbau der Rückförderkapazität aus dem Plattendolomit
- Bewirtschaftung des Plattendolomits als temporäres Stapelvolumen von Salzabwasser in Zeiten mit niedrigen Abflussverhältnissen in der Werra und einer Rückförderung und Einleitung dieser Salzabwässer in Zeiten mit hoher Wasserführung der Werra

Um die wesentlichen Ziele, die Entlastung der Werra von höheren Gehalten an Magnesium (Gesamthärte) und Kalium und die Einstellung der bisherigen Form der Versenkung zu erreichen, müssen die anfallenden Salzabwässer an den Standorten Hattorf und Wintershall noch besser als bisher in so genannte „weiche“, das heißt magnesiumarme, und „harte“ magnesiumreiche Salzabwässer getrennt werden. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die „harten“ Salzabwässer neben einem höheren Magnesiumgehalt auch einen höheren Kaliumgehalt aufweisen. Die natriumchloridreichen „weichen“ Salzabwässer weisen dagegen einen relativ niedrigen Kaliumgehalt auf. Wenn also die Einleitung von „harten“ Salzabwässern in die Werra reduziert wird, wird gleichzeitig damit auch der Eintrag von Kalium in die Werra reduziert.

Das geplante zukünftige System der Salzabwassersteuerung soll dabei in den Ländern Hessen und Thüringen übergreifend erfolgen, wobei der Schwerpunkt zunächst auf dem Salzabwasserverbund der Standorte Hattorf und Unterbreizbach liegt.

Auf dem nicht in den o. g. Verbund einbezogenen Standort Wintershall wird ebenfalls eine Trennung in „harte“ und „weiche“ Salzabwässer vorgenommen. Sie werden entweder versenkt oder in die Werra eingeleitet. Zusätzlich wird bei Heringen die vorhandene Rückförderkapazität weiter genutzt und bei Bedarf weiter ausgebaut.

Die folgende Abbildung 6.4 stellt diese Situation der NIS dar.

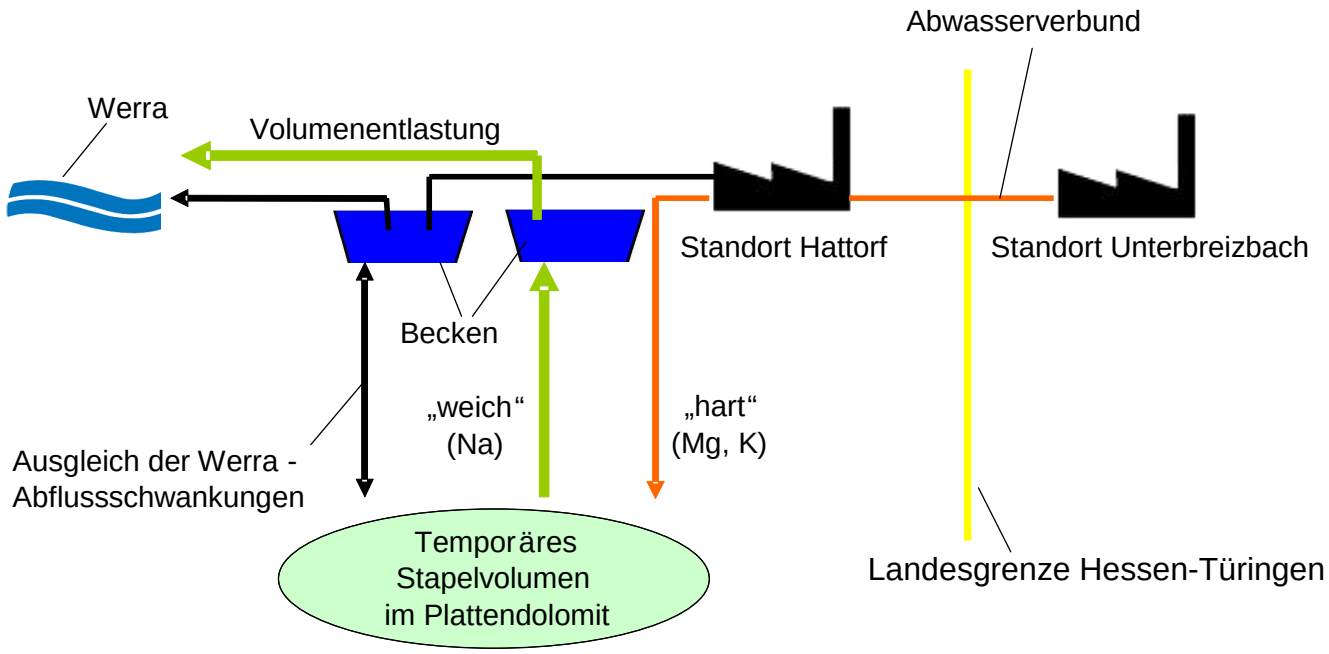


Abb. 6.4: ***Länderübergreifende Neue Integrierte Salzabwassersteuerung – NIS***

In Zukunft sollen durch die NIS verstärkt magnesium- und kaliumarme Salzabwässer in die Werra eingeleitet werden. Die Einleitmengen setzen sich aus den „weichen“ Prozessabwässern und aus „weichen“ Salzwässern der Rückförderung aus dem Plattendolomit zusammen.

Parallel zur Rückförderung und Einleitung werden magnesium- und kaliumreiche Salzabwässer in den Plattendolomit versenkt. In Zeiten höherer Wasserführung können Salzabwässer auch aus dem Plattendolomit zurückgefördert und in die Werra eingeleitet werden, ohne dass die

angestrebten Konzentrationen für Chlorid, Gesamthärte und Kalium überschritten werden. Beginnend mit 2010 wird die Rückförderung sukzessive ausgebaut, bis ab Ende 2015 die bisherige Versenkung eingestellt ist und eine Volumenentlastung des Plattendolomits erreicht wird. Damit ist die Trendumkehr vollzogen.

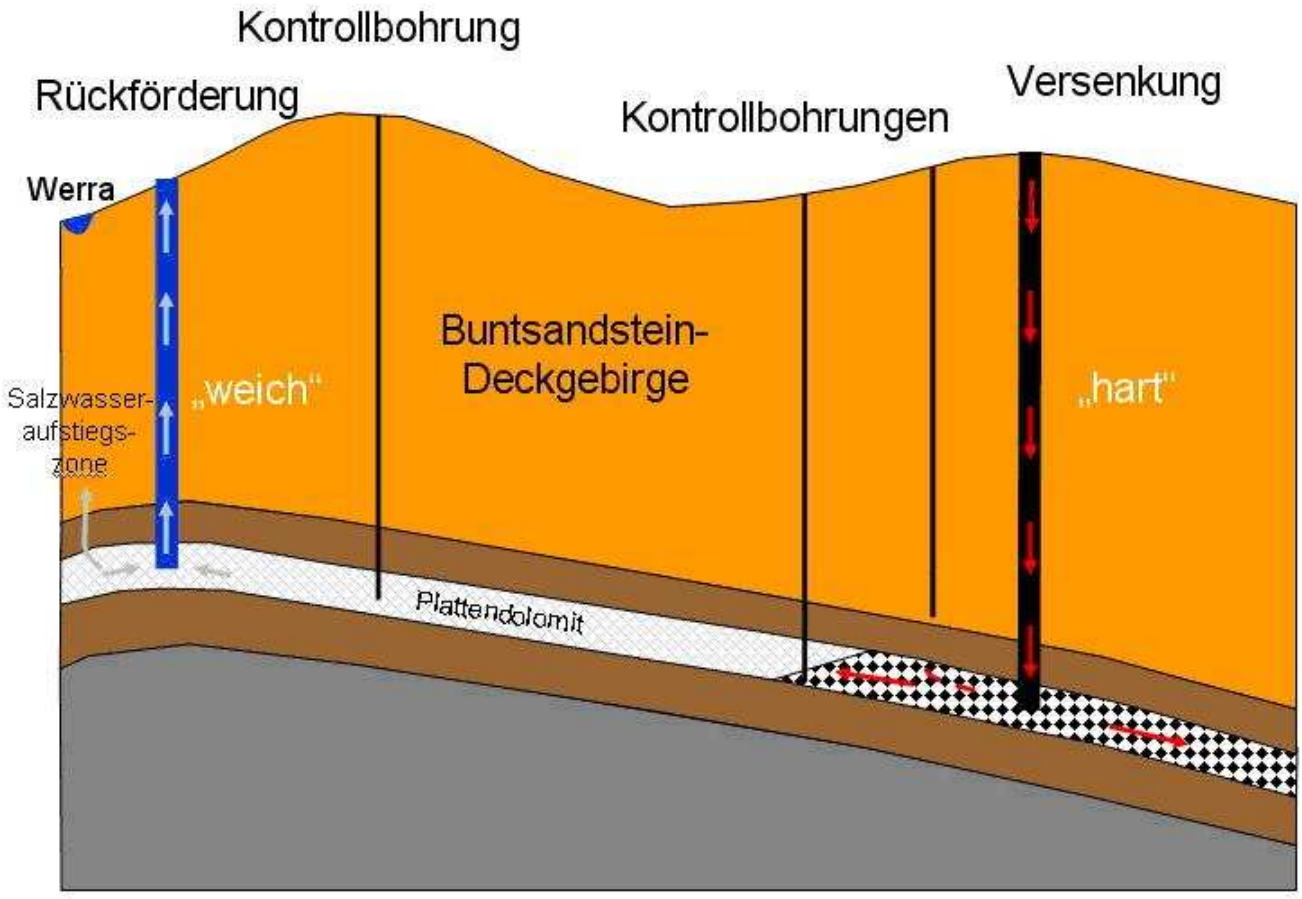


Abb. 6.5: ***Prinzipskizze der Bewirtschaftung und Entlastung des Plattendolomits (NIS)***

Sowohl der Austausch von Salzwässern unterschiedlicher Härte („hart“ gegen „weich“) als auch die temporäre Stapelung von Salzabwässern im Plattendolomit sollen zukünftig so gestaltet werden, dass der Plattendolomit und beeinflusste Teile des Buntsandsteins langfristig von Salzwasser entlastet werden. Eine volumenbezogene Entlastung des Untergrunds gelingt dann am schnellsten, wenn vornehmlich verdünnte Salzabwässer aus früheren Versenktätigkeiten zurückgefördert werden. Durch geeignete Platzierung der Rückförderbohrungen wird angestrebt, die Fließrichtung in der in Abb. 6.5 gezeigten Weise zu beeinflussen.

Parallel zum Ausbau des NIS-Systems wird mit den zuständigen Fach- und Erlaubnisbehörden ein Grundwasser-Monitoringsystem abgestimmt, das eine sichere Bewirtschaftung des Plattendolomits gewährleistet und das bereits vorhandene Mess- und Beobachtungssystem in geeigneter Weise ergänzt. Zielstellung ist die Gewährleistung einer Kontrollierbarkeit des bewirtschafteten Untergrundspeichers (Grundwasserleiter Plattendolomit und Buntsandstein).

Als ein weiterer Baustein wird die Stapelbeckenkapazität über die bisher bestehenden Kapazitäten hinaus erweitert. Damit werden die kontinuierlich anfallenden Salzabwässer aus der Produktion und der Rückförderung aus dem Plattendolomit in Bezug auf die stark schwankende Wasserführung der Werra ausgeglichen.

Witterungsabhängig liegen die Abflüsse der Werra am Pegel Gerstungen im Jahresverlauf zwischen 5 m^3/s in Niedrigwasserphasen bis weit über 200 m^3/s in Hochwasserphasen. Bei Niedrigwasser kann keine oder nur eine geringe Einleitung der Salzabwässer erfolgen, so dass dann ein temporäres Stapelvolumen erforderlich ist, wenn die Produktion nicht reduziert werden soll. In Phasen mit hohen Abflussverhältnissen stehen dagegen keine ausreichenden Mengen an Salzabwasser, die eingeleitet werden könnten, zur Verfügung. Als Folge davon käme es zu einem Absinken des Salzgehalts in der Werra. Die Ergebnisse der bisherigen biologischen Untersuchungen zeigen aber, dass eine möglichst gleichmäßige Salzeinleitung ohne große Schwankungen vorteilhaft für die bestehende Biologie im Gewässer ist. Um also einen kontinuierlichen Produktions- und Rückförderbetrieb aufrechterhalten zu können und gleichzeitig eine gleichmäßige Salzeinleitung zu gewährleisten, ist der Ausbau an Stapelkapazität erforderlich. Es ist geplant die Beckenkapazität auf ca. 1 Mio. m^3 zu verdoppeln.

Über die bisher beschriebenen Maßnahmen hinaus werden an den einzelnen Standorten des Werkes Werra weitere Verbesserungen der einzelnen Prozesse und Verfahrensschritte vorgenommen. Dadurch eine Verringerung der Salzabwassermenge von bis zu 1 Mio. m^3/a möglich.

Die NIS wird als ein sinnvolles, dauerhaft tragfähiges und genehmigungsfähiges Konzept angesehen.

6.6 Sonstige Maßnahmen

Unter „Sonstige Maßnahmen“ wird im Maßnahmenpaket eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen subsumiert. Diese Maßnahmen führen im Wesentlichen zu einer Einsparung des Frischwasserverbrauchs beispielsweise durch den Einbau hochwertigerer Wasser sparender Dichtungen in Pumpen. Diese Maßnahmen reduzieren daher nur das Salzabwasservolumen, aber nicht die im Abwasser gelöste Salzfracht.

Weiterhin werden durch Verbesserungen und Mehrfachnutzung von Spül- und Reinigungswässern Einsparungen erreicht.

Hierdurch ergibt sich eine Verringerung der Salzfracht um ca. 126.000 t/a Chlorid, ca. 3.500 t/a Kalium und ca. 7.600 t/a Magnesium.

6.7 Effekte des Maßnahmenpakets

In der folgenden Tabelle werden die einzelnen Effekte des Maßnahmenpakets noch einmal zusammengefasst:

Tab. 6.3: ***Effekte der einzelnen Maßnahmen des Maßnahmenpakets***[4]

Maßnahme	**Salzabwasser-reduktion**	**Einsparung im Salzabwasser (Chlorid)**	**Einsparung im Salzabwasser (Kalium)**	**Einsparung im Salzabwasser (Magnesium)**	**Zusätzliche Wertstoffgewinnung**
Eindampfanlage	ca. 2,0 Mio. m^3/a	ca. 498.000 t/a	ca. 44.000 t/a	ca. 148.000 t/a	ca. 83.000 t/a KCl
ESTA-Anlage	ca. 3,5 Mio. m^3/a	ca. 577.000 t/a	ca. 25.000 t/a	ca. 25.000 t/a	
Lösungs-tiefkühlung	ca. 50.000 m^3/a	ca. 41.000 t/a	ca. 44.000 t/a	ca. 19.000 t/a	ca. 83.000 t/a KCl, ca. 95.000 t/a $MgSO_4$
Flotation	ca. 0,5 Mio. m^3/a	ca. 91.000 t/a	ca. 9.000 t/a	ca. 8.000 t/a	ca. 30.000 t/a $MgSO_4$
NIS (frachtneutral ab 2016)	keine	Neutral	ca. 44.000 t/a	ca. 107.000 t/a	
Sonstige Maßnahmen	ca. 1,0 Mio. m^3/a	ca. 126.000 t/a	ca. 3.500 t/a	ca. 7.600 t/a	
Summe	**ca. 7 Mio. m^3/a**	**ca. 1,3 Mio. t/a**	**ca. 169.500 t/a**	**ca. 314.600 t/a**	**ca. 291.000 t/a**

[4] Der Wertstoffgewinn der Eindampfanlage bezieht sich auf den Lösungsanfall von 2006. Durch den zukünftig sinkenden Carnallitgehalt im Rohsalz wird der Wertstoffgewinn sinken. Der Effekt zur Reduktion des Salzes bleibt davon unberührt.

Das dargestellte Maßnahmenkonzept führt zu drei wesentlichen Ergebnissen:

- zur Reduzierung des Anfalls an Salzabwasser,
- zur Einstellung der Versenkung in der bisherigen Form und
- zur Senkung der Gesamthärte sowie der Gehalte von Chlorid und Kalium in der Werra.

Durch die vorgesehenen technischen und verfahrenstechnischen Maßnahmen halbiert sich der Salzabwasseranfall im hessisch-thüringischen Kalirevier von rund 14 Mio. m^3/a (Stand 2006) auf rund 7 Mio. m^3/a bis spätestens 2015. Mit der Verringerung des Salzabwasseranfalls ist auch eine Reduzierung der in Wasser gelösten Salzrückstände verbunden. Waren im Jahr 2006 noch rund 4 Mio. t/a an gelösten Salzen zu entsorgen, so werden es spätestens ab dem Jahr 2015 nur noch rund 2 Mio. t/a sein. Damit setzt sich die seit langem verfolgte Reduktion der flüssigen Rückstände weiter fort. Die Abbildung 6.6 zeigt die Entwicklung ab dem Jahr 1997 bis zum Jahr 2015.

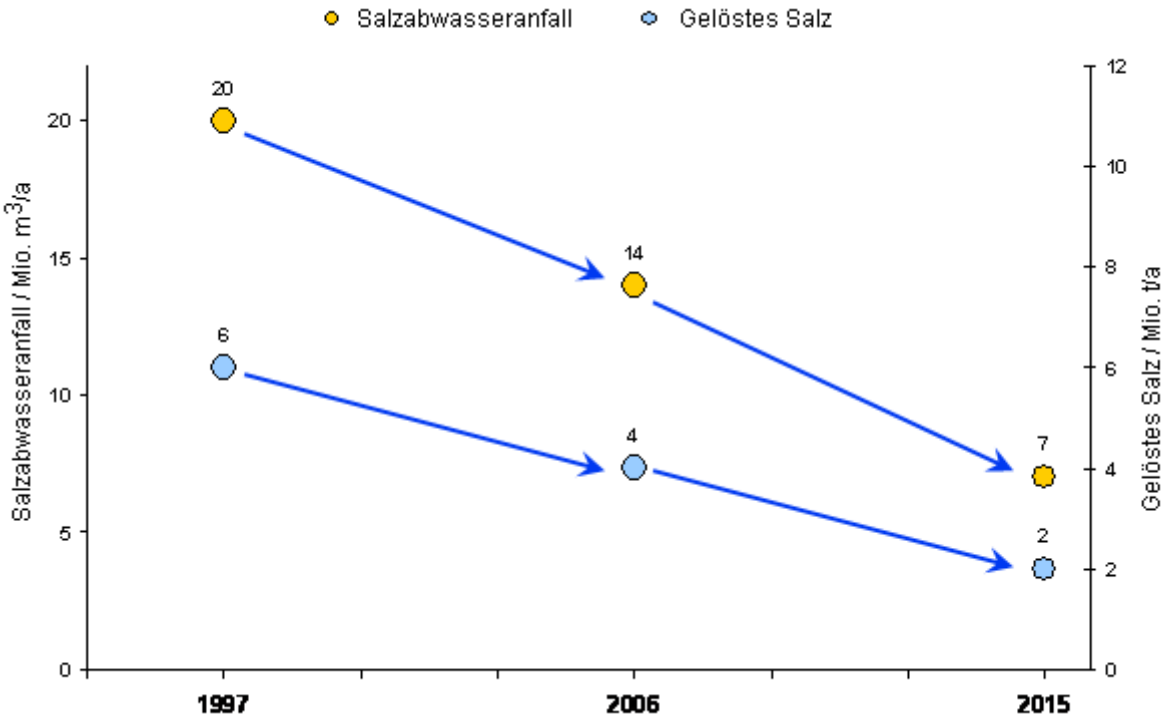


Abb. 6.6: Entwicklung der Salzabwassermengen und der im Salzabwasser gelösten Salze im hessisch-thüringischen Kalirevier

Die Reduzierung der anfallenden Salzabwässer hat für die Umwelt entsprechend positive Auswirkungen. Die bisherige Form der Versenkung in den Plattendolomit kann eingestellt

werden. Durch den Aufbau einer länderübergreifenden Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS) wird der Plattendolomit nicht mehr wie bisher mit weiteren Salzabwassermengen aufgefüllt, sondern er dient in Zeiten niedriger Wasserführung der temporären Zwischenspeicherung von Salzabwasser, das bei ausreichender Wasserführung wieder zurückgefördert und dann in die Werra eingeleitet wird. Ein weiterer Zweck besteht darin, durch einen volumenneutralen Austausch von magnesium- und kaliumarmen Salzwässern im Plattendolomit gegen magnesium- und kaliumreichere Salzabwässer eine Entlastung der in die Werra einzuleitenden Salzabwässer bezüglich der ökologisch relevanteren Parameter Magnesium und Kalium zu erreichen. Durch diesen Austausch können dann die Gehalte an Kalium und Magnesium in der Werra gesenkt werden.

Für die Situation der Einleitung nach Umsetzung des Maßnahmenpakets ergeben sich am Pegel Gerstungen folgende Absenkungen für die Parameter Chlorid, Gesamthärte und Kalium in der Werra:

- Chlorid von 2.500 mg/l auf 1.700 mg/l
- Gesamthärte von 90 °dH auf 65 °dH
- Kalium von 200 mg/l auf 150 mg/l

6.8 Einfluss des Härtegrenzwerts auf die Versenkung

Ende November 2009 wird durch die zuständigen hessischen und thüringischen Behörden über einen zukünftigen Gesamthärtegrenzwert entschieden. Derzeit liegt der Gesamthärtegrenzwert am Pegel Gerstungen bei 90 °dH. Mit Umsetzung des Maßnahmenpakets kann eine Gesamthärte von 65 °dH eingehalten werden.

Um die Auswirkungen des Gesamthärtegrenzwerts auf die Versenkmengen in der Übergangszeit darzustellen, werden im Folgenden die Salzabwassereinleitungen bei Beibehaltung des gegenwärtigen Grenzwerts von 90 °dH und bei Absenkung auf 65 °dH gegenübergestellt. Dabei wird von dem in Kap. 5.6 genannten Salzabwasseranfall für die Jahre 2010 sowie 2011 und dem vorgesehenen Ausbau der Rückförderung ausgegangen (siehe Tab. 6.4) sowie unterstellt, dass der Salzabwasserverbund zwischen Thüringen und Hessen realisiert ist. Für das Trockenjahr und das Feuchtjahr werden zusätzlich Anpassungen in Bezug auf die anfallende Salzabwassermenge vorgenommen. In trockenen Jahren ist der Anfall von

Haldenwasser deutlich geringer als in feuchten. Zudem sind in einem extremen Trockenjahr gewisse Einschränkungen in der Produktion zu erwarten, die ebenfalls den Anfall von Salzabwasser reduzieren, da dann u.a. aufgrund der Wasserführung nicht ausreichend Kühlwasser zur Aufrechterhaltung der Produktion zur Verfügung steht. Weiterhin ist die Einleitung von Kühlwasser durch eine Temperaturregelung behördlich begrenzt.

Tab. 6.4: ***Pumpleistungen der Rückförderbohrungen aus dem Plattendolomit (ab 2010)***

Standort	„Weiche“ Wässer/ m^3/h	„Harte“ Wässer (temporär)/ m^3/h
Hattorf	300	150
Wintershall	150	--
Summe	450	150

6.8.1 Einleitung der Salzabwässer in die Werra bei 90 °dH

Unter Beibehaltung des derzeitigen Gesamthärtegrenzwerts in Höhe von 90 °dH ergeben sich die in Abbildung 6.7 dargestellten Konzentrationen für Chlorid und Kalium sowie für die Gesamthärte am Pegel in Gerstungen in der Werra.

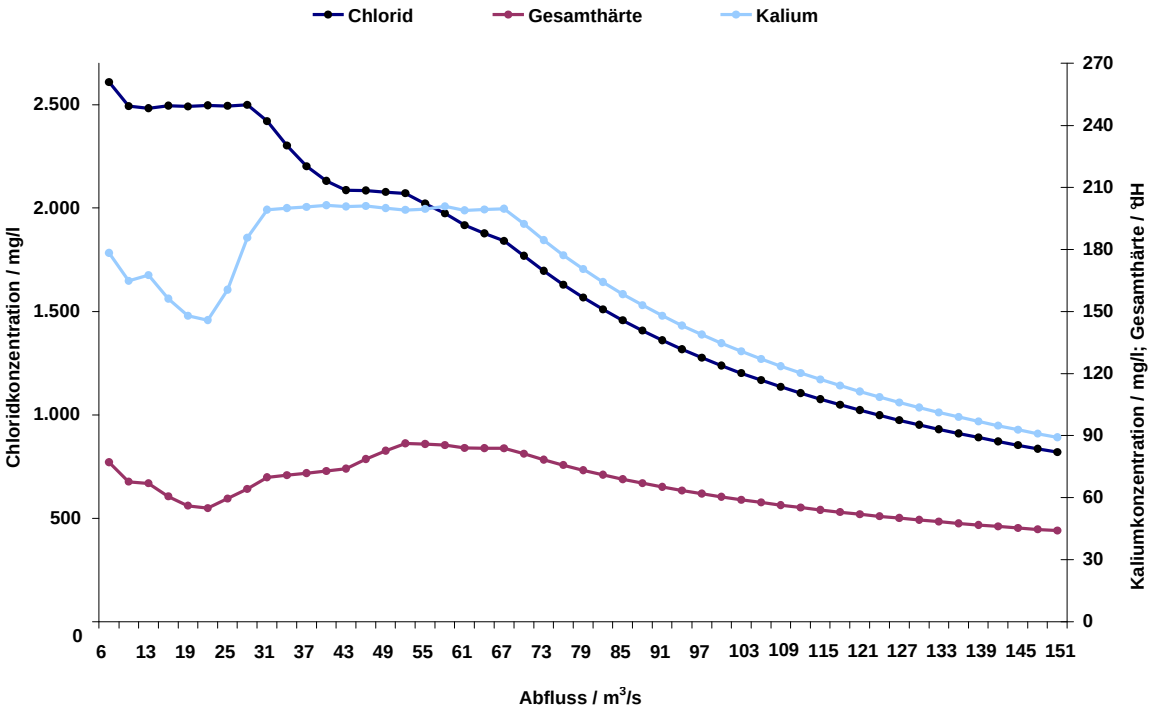


Abb. 6.7: ***Entwicklung der Konzentrationen an Chlorid (schwarz) und Kalium (blau) sowie der Gesamthärte (rot) in Abhängigkeit vom Abfluss am Pegel Gerstungen nach Trennung von „weichen“ und „harten“ Salzwässern bei der Einleitung in die Werra unter Beibehaltung der heutigen Grenzwerte (2.500 mg/l Chlorid und 90 °dH)***

6.8.2 Einleitung der Salzabwässer in die Werra bei 65 °dH

Im Folgenden wird die Einleitung der Salzabwässer unter der Maßgabe betrachtet, dass der Gesamthärtegrenzwert in Höhe von 65 °dH nicht übers chritten wird. Es werden dabei die gleichen Voraussetzungen unterstellt wie bei der Einleitung in die Werra bei 90 °dH. Die Abbildung 6.8 zeigt den Verlauf der Chlorid- und Kaliumkonzentration sowie der Gesamthärte in Abhängigkeit von der Wasserführung der Werra.

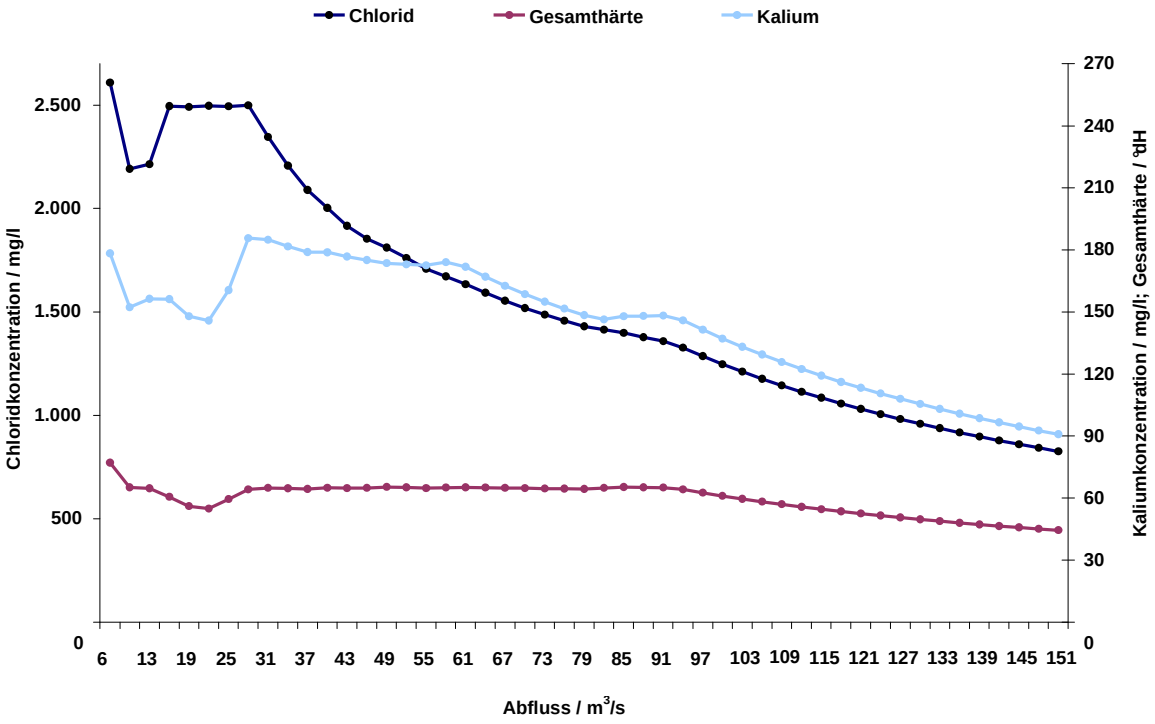


Abb. 6.8: E*ntwicklung der Konzentrationen an Chlorid (schwarz) und Kalium (blau) sowie der Gesamthärte (rot) in Abhängigkeit vom Abfluss am Pegel Gerstungen nach Trennung von „weichen“ und „harten“ Salzwässern bei der Einleitung in die Werra und einer Gesamthärte von 65 °dH*

6.8.3 Bilanzierung der eingeleiteten und versenkten Salzabwässer

Unter Berücksichtigung der täglichen Wasserführung für ein trockenes, ein mittleres und ein feuchtes Jahr und der Annahme, dass die anfallenden Salzabwassermengen, die nicht eingeleitet werden können, versenkt werden, ergeben sich die in der Abbildung 6.9 dargestellten Versenkraten bei Härtegrenzwerten von 65 °dH bz w. 90 °dH.

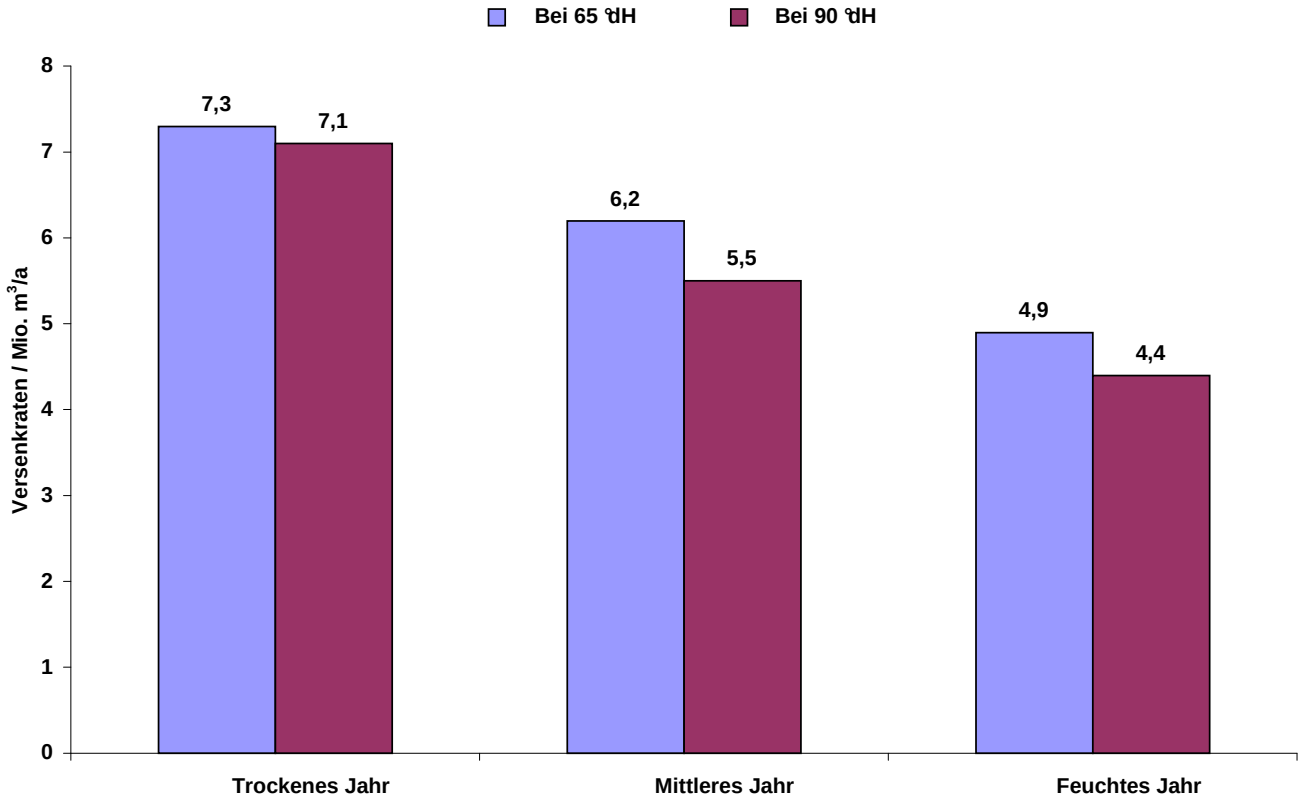


Abb. 6.9: Versenkraten für die drei Referenzjahre trocken, mittel und feucht bei Gesamthärtegrenzwerten von 90 °dH (rot) und bei 65 °dH (blau)

Aus der Abbildung geht hervor, dass die Versenkraten bei einem Gesamthärtegrenzwert von 65 °dH in einem mittleren und feuchten Jahr um 500. 000 m³/a bis 700.000 m³/a höher liegen als bei einem Gesamthärtegrenzwert von 90 °dH. In e inem trockenen Jahr fällt die Differenz mit ca. 200.000 m³/a auf Grund der geringeren Einleitung von „harten“ Salzabwässern niedriger aus.

6.8.4 Einfluss der Gesamthärte in einem trockenen Jahr

Die Einleitung fällt in trockenen Jahren deutlich geringer aus als in mittleren oder feuchten. Dies ist auch plausibel, da in trockenen Jahren weniger Tage mit höheren Abflüssen vorkommen als in mittleren oder feuchten. Somit kann auch nur wenig „hartes“ Salzwasser eingeleitet werden. Die Differenz der Versenkung bei 65 °dH und 90 °dH liegt bei rund 200.000 m^3/a. Diese Versenkrate kann bei 65 °dH weniger eingeleitet werden. Die Rückfördermengen unterscheiden sich dagegen nur sehr geringfügig. Für die Einleitung der „weichen“ Rückförderwässer spielt der Gesamthärtegrenzwert nur eine untergeordnete Rolle.

Die durchschnittlichen Gehalte von Chlorid und Kalium sowie die Gesamthärte bei einer Wasserführung zwischen 10 m^3/s und 151 m^3/s unterscheiden sich nicht sehr stark von einander.

6.8.5 Einfluss der Gesamthärte in einem mittleren bzw. feuchten Jahr

In mittleren und feuchten Jahren mit höherer Wasserführung können mehr Salzabwässer eingeleitet werden als in trockenen. Dabei ist der Einfluss der Gesamthärte auf die Einleitmenge deutlich größer. In mittleren Jahren können bei 90 °dH rund 700.000 m^3/a und in feuchten rund 500.000 m^3/a mehr eingeleitet werden als bei 65 °dH.

Eine Herabsetzung des Gesamthärtegrenzwerts nach dem Auslaufen des derzeitigen Grenzwerts von 90 °dH auf beispielsweise 75 °dH würde in Jahren mit mittleren Abflussverhältnissen zu einem Anstieg der Versenkung von ca. 400.000 m^3/a bis 450.000 m^3/a führen.

Bei der Neufestsetzung des Gesamthärtegrenzwerts durch die zuständigen Behörden ist somit eine Abwägung zwischen der Entlastung der Werra von „harten“ Salzabwässern und einer höheren Versenkung in den Plattendolomit zu treffen.

Das bisherige Ziel bei der Entsorgung der flüssigen Rückstände war immer, die maximale Ausnutzung der Grenzwerte für die Einleitung, um den Versenkraum zu schonen. Daher ist anzustreben, dass der Härtegrenzwert nach dem 30.11.2009 möglichst in der bisherigen Höhe beibehalten wird.

Durch die konsequente Trennung zwischen „weichen“ und „harten“ Salzwässern ergibt sich aber schon im Zeitraum bis 2011 eine Reduzierung der durchschnittlichen Gesamthärte in der Werra.

Im Jahr 2008 wurde bei einem Gesamthärtegrenzwert von 90 °dH im Jahresmittel eine Gesamthärte von 75 °dH erreicht.

Bei Einführung des Salzabwasserverbunds Unterbreizbach-Hattorf wird allein durch die konsequente Trennung von „harten“ und „weichen“ Salzabwässern bei gleichem Gesamthärtegrenzwert in feuchten Jahren im Jahresmittel ein Wert von 63 °dH erreicht.

Somit wird auch ohne eine behördliche Senkung des Gesamthärtegrenzwerts die Gesamthärte deutlich reduziert.

6.9 Salzabwasserentsorgung bis 2015

Im folgenden Kapitel werden die Effekte, die sich durch die Umsetzung des Maßnahmenpakets ergeben, dargestellt. Dabei wird vorausgesetzt, dass auch nach Auslaufen der derzeitigen Versenkerlaubnis zum 30.11.2011 für eine begrenzte Übergangszeit bis Ende 2015 die bisherige Form der Versenkung von Salzabwasser fortgesetzt werden kann. Ein entsprechender Antrag wird rechtzeitig bei den zuständigen Behörden eingereicht.

Bis Ende 2012 werden zwei Projekte des Maßnahmenpakets - die Eindampfanlage am Standort Unterbreizbach und die neue ESTA-Anlage am Standort Hattorf - umgesetzt sein. Bis zu diesem Zeitpunkt ergibt sich keine Änderung in der Salzabwassermenge aus Produktions- und Haldenwässern gegenüber den Darstellungen aus Kapitel 6.8.

Durch die Fertigstellung der Eindampfanlage sowie der ESTA wird der Salzabwasseranfall um 6,5 Mio. m^3 reduziert. Damit werden 90 % des Maßnahmenpaketes bereits erreicht. Je nach Gestaltung der Grenzwerte in der Werra können dadurch die Versenkung bzw. Einleitung entsprechend reduziert werden, wobei beide Entsorgungswege in direktem Zusammenhang stehen. Durch die Salzabwasserverringerung ergeben sich zusätzlich Kapazitäten für die Rückförderung aus dem Plattendolomit, die mit der bis dahin eingerichteten Rückförderkapazität unter Einhaltung der Grenzwerte genutzt wird.

Die Rückförderkapazität wird beginnend mit 2010 weiter ausgebaut. Es wird davon ausgegangen, dass am Ende des Jahres 2012 Pumpleistungen für „weiche“ Salzwässer in Höhe von 900 m^3/h und für „harte“ Salzwässer in Höhe von 300 m^3/h zur Verfügung stehen.

Des Weiteren reduziert sich der Anfall von Magnesiumchloridlösung aus Unterbreizbach aufgrund eines geringeren Carnallitgehalts im Rohsalz auf ca. 1,5 Mio. m^3/a.

Nach Umsetzung der letzten beiden Maßnahmen (Lösungstiefkühlung + Flotation) des Maßnahmenpakets liegt der Salzabwasseranfall bei ca. 7,0 Mio. m^3/a.

Die Abbildung 6.10 zeigt die sich unter Berücksichtigung der Einleitung der Salzabwässer inklusive der Rückförderwässer, der Siel- und Kühlwässer, der diffusen Einträge sowie der Vorbelastung bei den unterschiedlichen Wasserführungen ergebenden Konzentrationen an Chlorid und Kalium sowie die Gesamthärte.

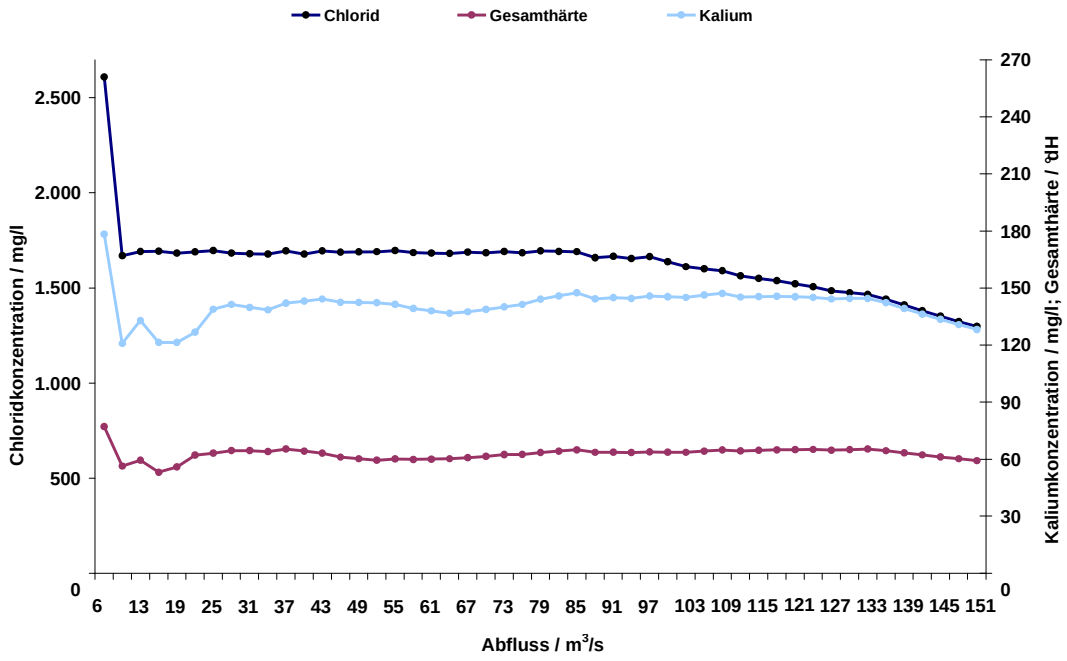


Abb. 6.10: ***Entwicklung der Chlorid- (schwarz) und Kaliumkonzentration (blau) sowie der Gesamthärte (rot) in der Werra am Pegel Gerstungen in Abhängigkeit von der Wasserführung nach Umsetzung des Maßnahmenpakets ab Ende 2015***

Durch Rückförderung aus dem Plattendolomit und dem Ausbau der Stapelbeckenkapazität verlagert sich ein Teil der Salzabwassereinleitung hin zu höheren Abflüssen.

In der Abbildung 6.11 ist dargestellt, welchen Effekt das Maßnahmenpaket im Vergleich zur heutigen Situation auf die Chloridkonzentrationen in der Werra flussabwärts des Pegels Gerstungen haben wird.

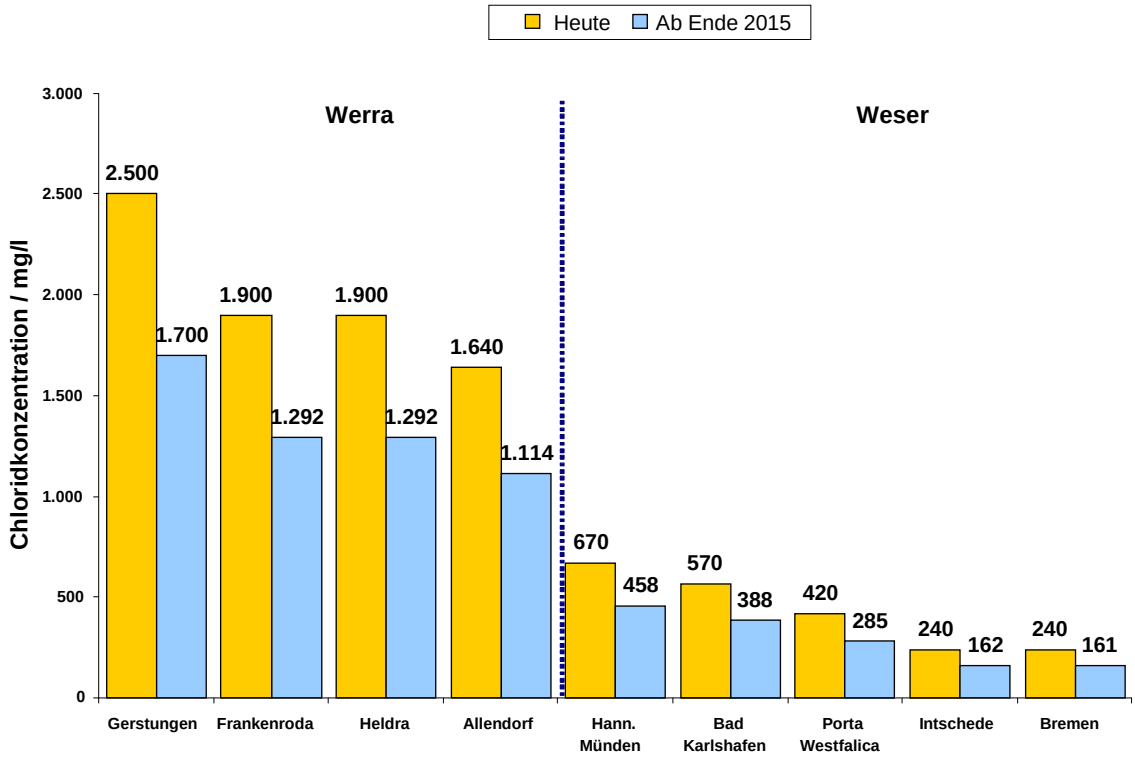


Abb. 6.11: ***Effekt des Maßnahmenpakets im Vergleich zur heutigen Situation auf die maximalen Chloridkonzentrationen ab dem Pegel Gerstungen***

Ab dem Jahr 2015 gleichen sich die Einleitung in den Untergrund und die Rückförderung mehr als aus. Ab diesem Zeitpunkt ist die bisherige Form der Versenkung eingestellt, das NIS-System ist an seine Stelle getreten und die geforderte Trendumkehr ist vollzogen.

6.10 Alternative Betrachtung mit und ohne NIS[5]

Die nun entwickelte Neue Integrierte Salzabwassersteuerung (NIS) ist ein wichtiger Baustein unseres Maßnahmenpakets. Sie ist das zentrale Element, um einerseits den viel diskutierten „Buckel“ (siehe Infobrief Runder Tisch Nr. 2) in der Werra, bezogen auf die Gesamthärte, die Kaliumkonzentration und in abgeschwächter Form auch die Chloridkonzentration in der Bauzeit der anderen Komponenten des Maßnahmenpakets bis 2015 nicht entstehen zu lassen, anderseits aber auch die Absenkung der Konzentrationen nach 2015 zu ermöglichen.

[5] In den folgenden Betrachtungen wird – soweit nicht anderes angegeben – temporäres Stapelvolumen zur Vergleichmäßigung vorausgesetzt.

Um die Bedeutung dieser Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung zu verdeutlichen, ist in diesem Kapitel dargelegt, welche Werte sich in der Werra bei gleich bleibender Produktion einstellen, wenn diese zentrale Maßnahme — aus welchen Gründen auch immer — nicht realisiert würde.
Die prognostizierten Effekte des Maßnahmenpakets einschließlich der Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung werden modellhaft betrachtet. Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass die Einleitung in den Plattendolomit und die Einleitung in die Werra immer in direktem Zusammenhang stehen und daher in der Übergangszeit bis zur vollständigen Umsetzung des Maßnahmenpakets auch andere Varianten denkbar sind, die zwischen diesen Szenarien liegen. Mögliche Grenzwerte sind mit den Jahresmittelwerten nicht gleichzusetzen, da sie die Abflussverhältnisse der Werra nicht abbilden.

6.10.1 Grundlagen der Szenarien

Die Gegenüberstellung der Verhältnisse mit den aus den zwei Szenarien resultierenden Salzkonzentrationen am Pegel Gerstungen für (Szenario 1 mit „hart-weich-Austausch“ und Abwasserverbund, Szenario 2 ohne Austausch und ohne Abwasserverbund) beruht auf folgenden Grundlagen:

Gemeinsame Grundlagen vor Umsetzung des Maßnahmenpakets:

- Ausgangsbasis sind die mittleren Konzentrationen für Chlorid und Kalium und die Gesamthärte für das Jahr 2006 (Messwerte am Pegel Gerstungen).
- Dargestellt werden weiterhin die entsprechenden Mittelwerte für die Jahre 2007 und 2008 (Pegel Gerstungen).
- Ab dem Jahr 2008 sind die bereits umgesetzten Sofortmaßnahmen inbegriffen.
- Für das Jahr 2009 werden die Istwerte von 2008 (Salzabwassermenge, deren chemische Zusammensetzung, diffuse Einträge und Wasserführungen der Werra) angenommen, da sich noch keine Änderungen durch das Maßnahmenpaket ergeben. Die nachfragebedingt notwendigen Produktionskürzungen im Jahr 2009 sind in diesem Modell nicht berücksichtigt.

Basis der Berechnungen sind arithmetische Jahresmittelwerte auf einen mittleren Abfluss der Werra von 30,9 m^3/s bezogen. In der Realität tauchen entsprechend der wechselnden

Wasserführung der Werra Schwankungen auf. Daher müssen zur Vergleichmäßigung entsprechende temporäre Stapelvolumen zur Verfügung stehen. Die Zahlenwerte der folgenden Betrachtungen unterliegen naturgemäß daher ebenfalls Schwankungen.

Gemeinsame Grundlagen während der Umsetzung des Maßnahmenpakets

- Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird der Auslauf der derzeitigen Versenkerlaubnis in den Abbildungen 6.12ff auf Ende 2011 gelegt, wenngleich der exakte Termin der 30.11.2011 ist.
- Zum 31.12.2012 werden die Umsetzungen der Maßnahme Eindampfanlage am Standort Unterbreizbach (EDA) sowie der Maßnahme ESTA-Verfahren am Standort Hattorf (ESTA) einkalkuliert.
- Zum 31.12.2015 werden die Maßnahmen Lösungstiefkühlung (LTK) am Standort Hattorf sowie Flotation am Standort Wintershall in die Berechnungen einbezogen.

Im Szenario 1 inklusive Austausch „harter“ und „weicher“ Salzabwässer („hart-weich-Austausch“) gelten neben den gemeinsamen Grundlagen folgende Prämissen:

- Zum 01.01.2010 steht der Salzbwasserverbund Unterbreizbach-Hattorf zur Verfügung, d.h. Salzabwässer der Standorte Hattorf (HA), Unterbreizbach (UB) sowie Wintershall (WI) können in die Versenkräume Hattorf und Eichhorst in den Plattendolomit eingeleitet werden und weiche Wässer können aus dem Plattendolomit zurückgefördert werden.
- Die Einleitung „harter" Salzabwässer in den Plattendolomit ist so weit angepasst, dass bereits ab dem 01.01.2010 ein Härtewert von 65 °dH im Mittel eingehalten wird. Hierdurch sind die resultierenden Werte für Chlorid und Kalium im zeitlichen Verlauf abhängige Variable.
- Nach vollständiger Umsetzung des Maßnahmenpakets ab Ende 2015 werden ca. 2,5 Mio. m^3/a „harte“ Salzabwässer in den Plattendolomit eingeleitet. Gleichzeitig werden bis zu 3 Mio. m³/a „weicher“ Salzabwässer aus dem Plattendolomit zurückgefördert, so dass die gesamte eingeleitete Salzfracht ebenso groß ist wie die zurückgeförderte Salzfracht, also Frachtneutralität gegeben ist. Dadurch wird der Plattendolomit im Mittel volumetrisch dauerhaft entlastet.

Im Szenario 2 ohne Austausch „harter“ und „weicher“ Salzabwässer gelten neben den gemeinsamen Grundlagen folgende Prämissen:
Bis zum Auslaufen der Versenkerlaubnis Ende 2011 wird die Konstanz der Verhältnisse (Salzabwassermenge, deren Zusammensetzung, diffuse Einträge und Wasserführungen der Werra) des Jahres 2008 (Realwerte) angenommen, da sich noch keine Änderungen durch Maßnahmen ergeben. Im Anschluss daran gelten die Prognosen für entsprechende Werte.

- Der Salzabwasserverbund steht zum 01.01.2010 nicht zur Verfügung, d.h. es können lediglich Salzabwässer des Standorts Hattorf und Wintershall versenkt werden.
- Die Versenkung wird mit Auslaufen der Versenkerlaubnis am 30.11.2011 eingestellt.
- Die Rückförderung „weicher“ Salzabwässer aus dem Plattendolomit steht ebenfalls nicht zur Verfügung.

6.10.2 Volumenbetrachtungen für die Szenarien

Szenario 1: Durch den Salzabwasserverbund kann bereits ab 2010 das Einstapelvolumen deutlich reduziert werden, da bei der Einleitung der besonders „harten“ Salzabwässer aus Unterbreizbach in den Plattendolomit bei geringerem Volumen ein größerer Effekt auf die Härte in der Werra erreicht werden kann.

Durch den stufenweisen Ausbau der Rückförderkapazitäten kann die Einleitung in den Plattendolomit stetig reduziert werden, bis ab Ende 2015 eine volumetrische Entlastung von ca. 0,5 Mio. m^3/a im Mittel dauerhaft erreicht werden kann. Dieser Effekt ergibt sich daraus, dass zur Frachtneutralität ca. 3 Mio. m^3/a „weiche“ Salzabwässer (d.h. näherungsweise Kieserit-waschwässer, im Folgenden KWW genannt) gegen 2,5 Mio. m^3/a „harte“ Salzabwässer (v. a. durch die LTK entwertete Hartsalzabstoßlösung) ausgetauscht werden und die „weichen“ Salzabwässer unter Einhaltung der Grenz- und Richtwerte in die Werra eingeleitet werden. Das Einleitvolumen in die Werra (vgl. Abb. 6.12) schwankt je nach Wasserführung zwischen 6 und 9 Mio. m^3, wobei hier die Rückfördermengen, die in die Werra eingeleitet werden, bereits enthalten sind. In Trockenjahren kann diese Einleitmenge allerdings auch deutlich geringer ausfallen.

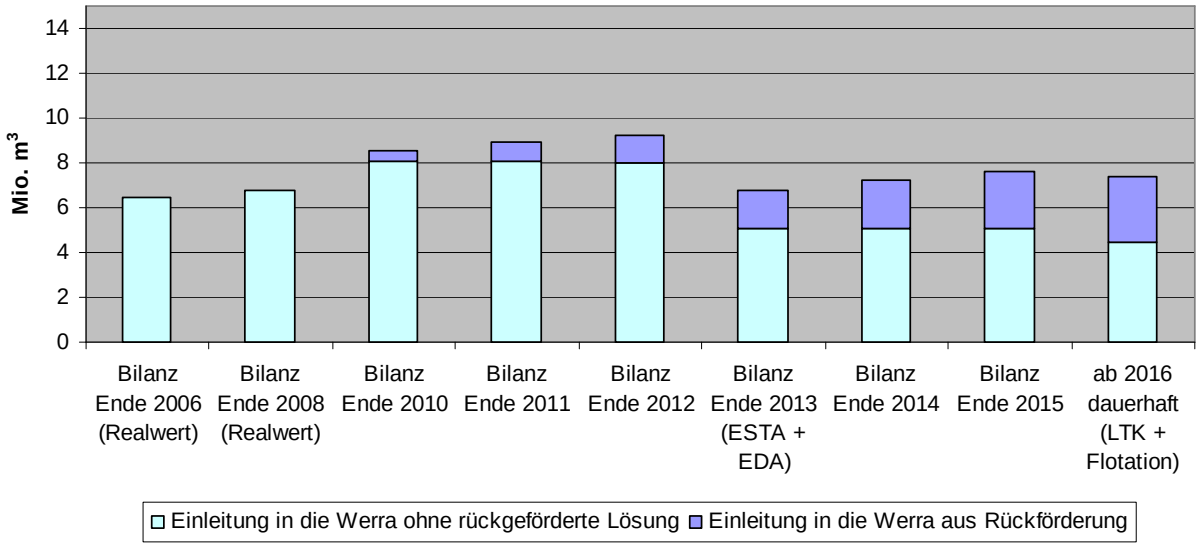


Abb. 6.12: ***Volumina von Einleitung in die Werra (arithmetische Jahresmittelwerte eines Normaljahres) im Szenario 1 mit „hart“-weich-Austausch“***

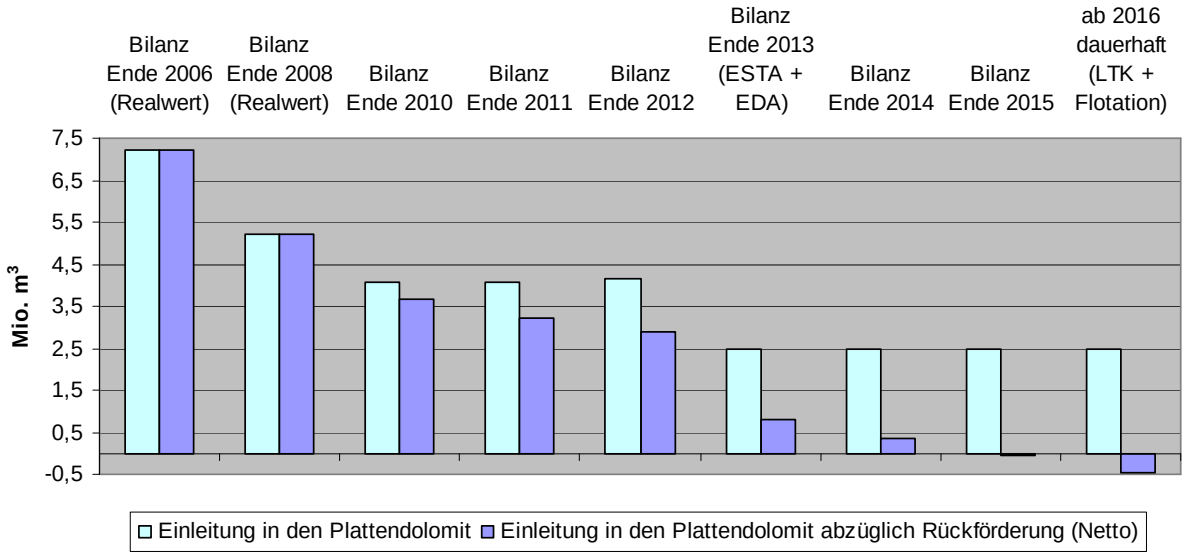


Abb. 6.13 ***(Netto-) Volumina der Einleitung in den Plattendolomit (arithmetische Jahresmittelwerte eines Normaljahres) im Szenario 1 mit „hart-weich-Austausch“***

Das in den Plattendolomit einzuleitende Salzabwasservolumen wird im Szenario 1 in Vergleich zu 2006 deutlich sinken und ab 2013 im Mittel ein Volumen von 2,5 Mio. m^3 aufweisen. Gleichzeitig steigt die Rückfördermenge, so dass die Netto-Versenkmenge stetig abnimmt und ab Ende 2015 eine volumetrische Entlastung des Plattendolomits erreicht wird (vgl. Abb. 6.13).

Szenario 2: Stehen der Salzabwasserverbund und der Austausch „harter“ gegen „weicher“ Salzabwässer nicht zur Verfügung, muss ein entsprechend höheres Volumen von Salzabwässern versenkt werden, um die Verhältnisse von 2008 zu halten (im Mittel ca. 5 Mio. m^3/a).
Die Einleitmenge in die Werra steigt in diesem Szenario naturgemäß nach Auslauf der Versenkerlaubnis auf maximal ca. 12 Mio. m^3/a an und sinkt auf ca. 7 Mio. m^3/a nach vollständiger Umsetzung des Maßnahmenpakets ab. Der etwas geringere Wert am Ende des Jahres 2016 im Vergleich zum Szenario 1 ergibt sich aus dem Wegfall der Rückförderung im Szenario 2 (vgl. Abb. 6.14).

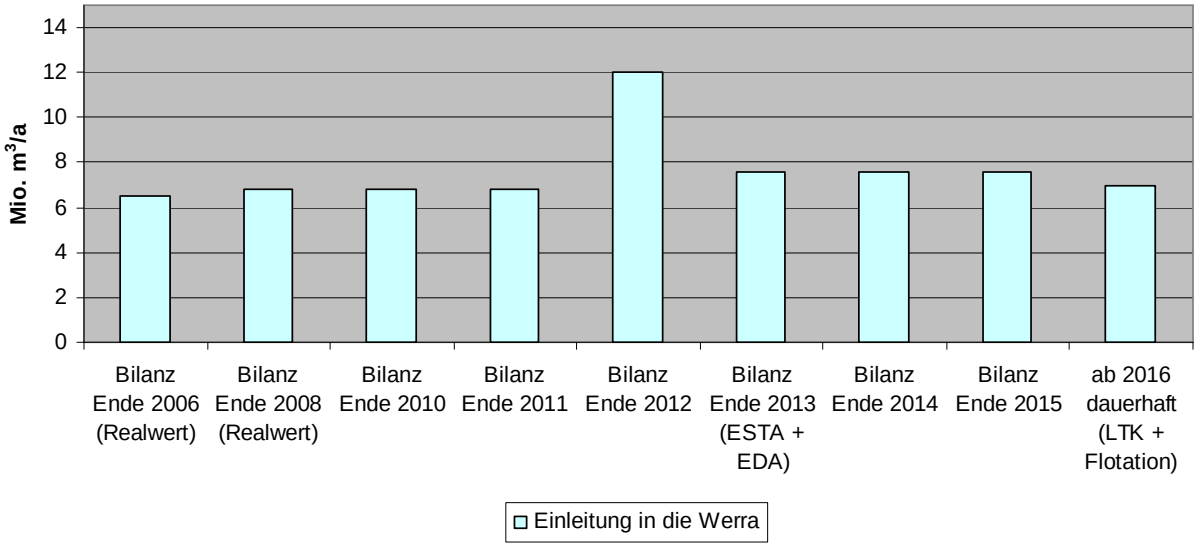


Abb. 6.14: ***Volumina der Einleitung in die Werra bei Einstellung der Versenkung Ende 2011 (arithmetische Jahresmittelwerte) im Szenario 2 ohne „hart-weich-Austausch“***

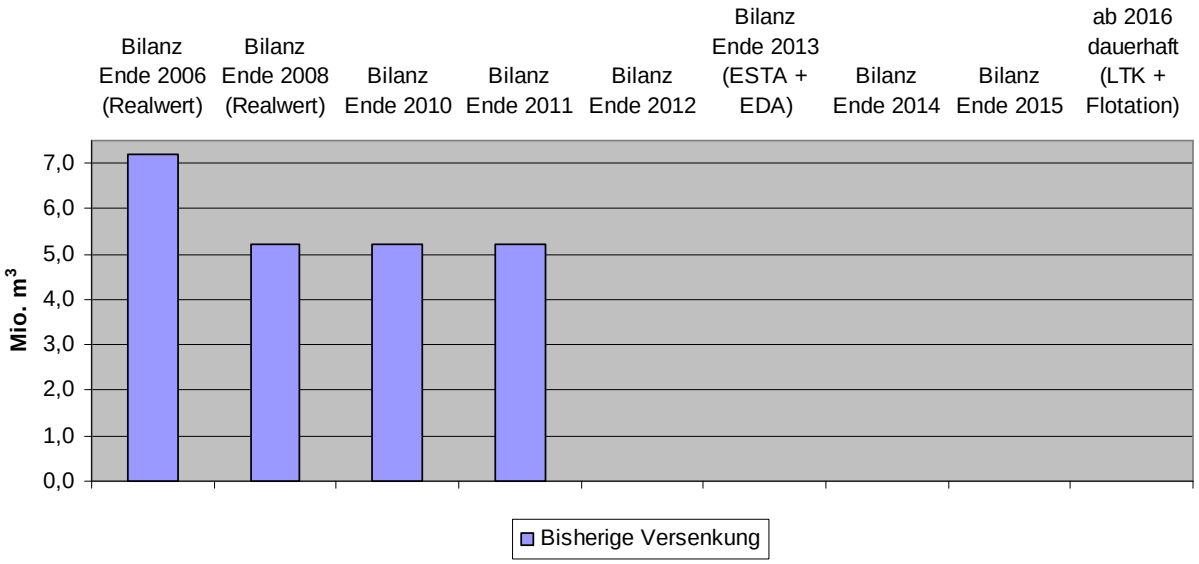


Abb. 6.15: ***Volumina der Versenkung bei Einstellung der Versenkung Ende 2011 (arithmetische Jahresmittelwerte) im Szenario 2 ohne „hart-weich-Austausch“***

6.10.3 Entwicklung der Gesamthärte

Im Szenario 1 (mit NIS) sind die Parameter im vorgestellten Konzept so dimensioniert, dass mit NIS die Gesamthärte im Mittel kontinuierlich auf 65 °dH abgesenkt werden kann und bis zur vollständigen Umsetzung des Maßnahmenpakets auf diesem Niveau bleibt. Nach Umsetzung der letzen Maßnahmen sinkt die Härte erneut im Mittel (bezogen auf ein Normaljahr) auf ca. 60 °dH ab. Grenzwerte sind mit diesen Werten — auch auf die folgenden Darstellungen für Chlorid und Kalium — aufgrund wechselnder Abflussverhältnisse der Werra in der Realität jedoch nicht gleichzusetzen.

Im Szenario 2 (ohne NIS) kann das Niveau der Gesamthärte von 2008 bis zum Ende der derzeitigen Versenkerlaubnis gehalten werden, aber nach dieser Zeit ist ein drastischer Anstieg auf über 125 °dH zu verzeichnen. Durch später folgende Maßnahmen sinkt der Wert zwar wieder deutlich, erreicht das Niveau des Szenarios 1 aber nicht.

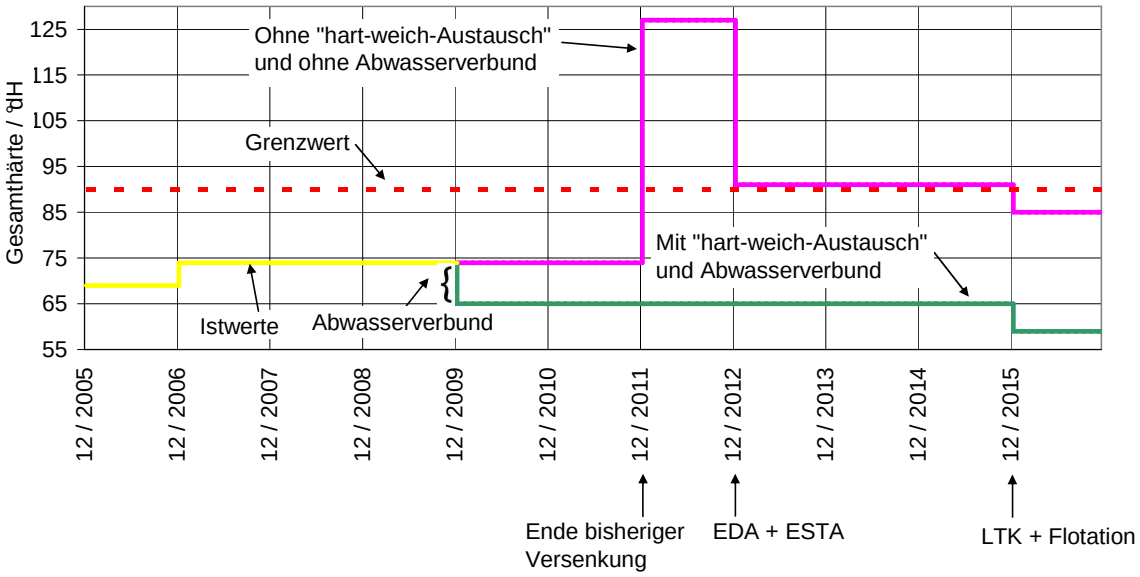


Abb. 6.16: ***Verlauf der Gesamthärte (Szenarien 1 und 2 incl. aller Vorbelastungen; arithmetische Jahresmittelwerte eines Normaljahres)***

6.10.4 Entwicklung der Chloridkonzentration

Im Szenario 1 (mit NIS) ist in mehreren Stufen eine Reduktion des Chloridwerts am Pegel Gerstungen auf unter 1.700 mg/l zu erreichen. Der stufenweise leichte Anstieg des Chloridwerts zwischen der Umsetzung der einzelnen Maßnahmen ergibt sich aus den steigenden Rückförderkapazitäten und dem damit verbundenen Abstoß der entsprechenden Kieseritwaschwässer.

Im Szenario 2 (ohne NIS) kann das Niveau auch bis zum Ende der derzeitigen Versenkerlaubnis gehalten werden. Nach dieser Zeit ist ein Anstieg auf über 2.600 mg/l zu verzeichnen, wenngleich dieser Anstieg etwas milder ausfällt als bei der Härte. Durch die später folgenden Maßnahmen kann der Wert auf ein nahezu identisches Niveau zum im Szenario 1 gesenkt werden, allerdings kann dieser Erfolg erst nach der vollständigen Umsetzung der Maßnahmen erreicht werden.

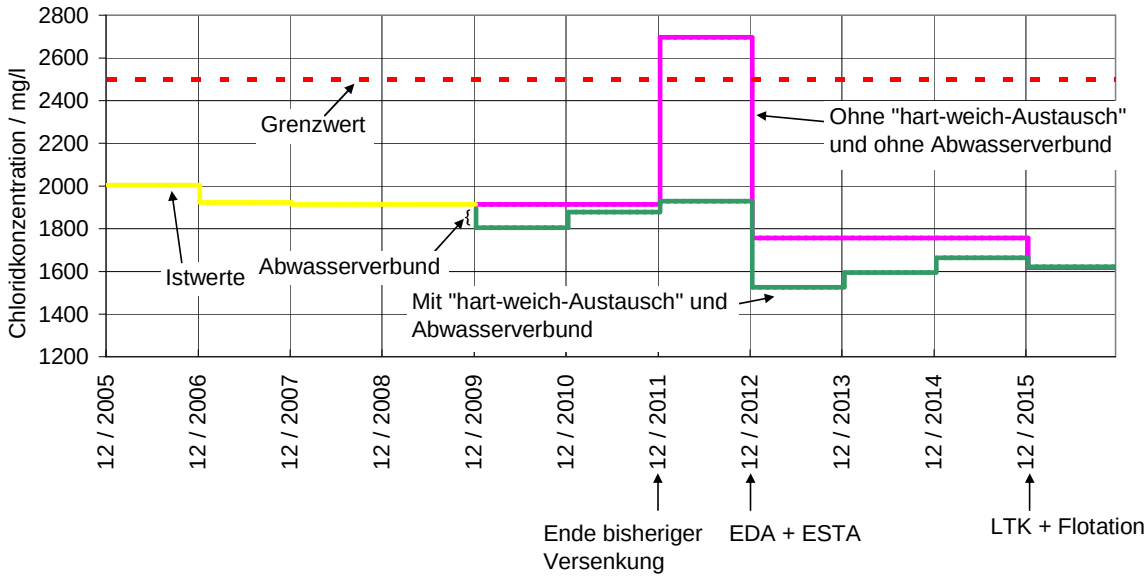


Abb. 6.17: ***Verlauf der Chloridkonzentration (Szenarien 1 und 2 incl. aller Vorbelastungen; arithmetische Jahresmittelwerte eines Normaljahres)***

Die dargelegten Betrachtungen setzen eine temporäre Stapelung entsprechend der Abflussverhältnisse der Werra zur Vergleichmäßigung voraus. Exemplarisch wird in Abb. 6.18 für Chlorid gezeigt, welche Verhältnisse sich am Pegel Gerstungen einstellen, wenn nach 2015 keine „harten“ gegen „weiche“ Salzabwässer ausgetauscht werden und auch kein temporäres Stapelvolumen zur Verfügung steht.

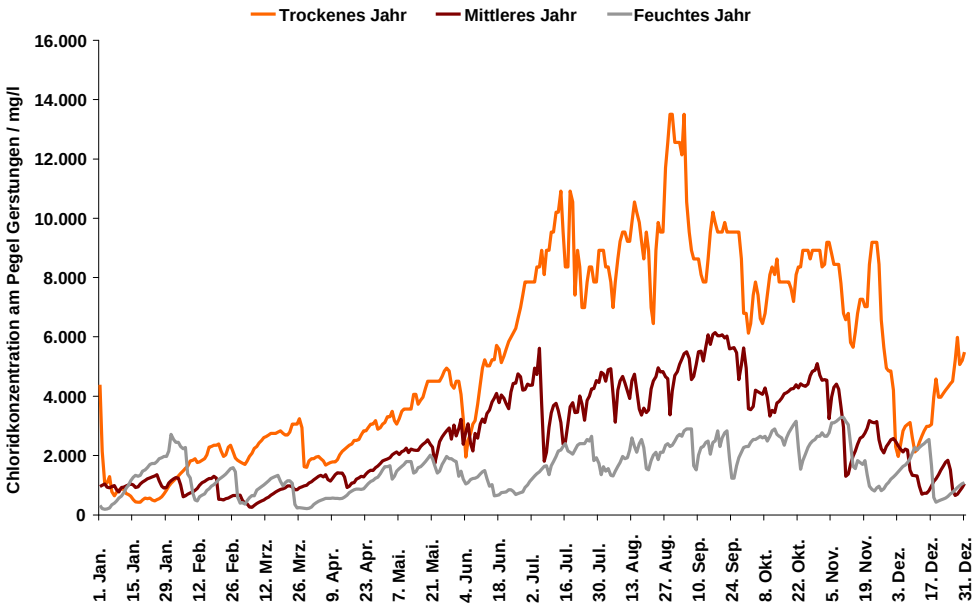


Abbildung 6.18: Jahresgänge der Chloridgehalte in [mg/l] am Pegel in Gerstungen für ein trockenes (orange), mittleres (braun) und feuchtes (grau) Jahr, Szenario 2 ohne temporäre Stapelung.

Wie die Abbildung zeigt, ergeben sich auf Grund der unterschiedlichen Abflussverhältnisse in den jeweiligen Jahren erhebliche Differenzen in den Chloridgehalten am Pegel in Gerstungen.

Als Durchschnittswerte (in Klammern die Extremwerte) für den Chloridgehalt der drei Referenzjahre erhält man dabei:

Trockenes Jahr: 5.300 mg/l (431 – 13.514 mg/l)

Mittleres Jahr: 2.660 mg/l (267 – 6.150 mg/l)

Feuchtes Jahr 1.580 mg/l (195 – 3.289 mg/l)

Es ergibt sich somit, dass nur im Falle eines feuchten Jahres annähernd heutige Verhältnisse erreichbar sind, wobei es dabei immer noch zu Extremwerten bis zu 3.300 mg/l Chlorid kommen kann. Der Verlauf zeigt dabei eine relativ geringe Schwankung.

In einem mittleren Jahr steigt sowohl der durchschnittliche Chloridgehalt aber auch die Schwankungen nehmen zu. Insbesondere werden über längere Zeiten Chloridwerte von mehr als 6.000 mg/l erreicht.

In einem trockenen Jahr stiegen in diesem Szenario die maximal möglichen Werte sogar in längeren Zeitabschnitten über 10.000 mg/l (vgl. Abb. 6.18).

6.10.5 Entwicklung der Kaliumkonzentration

Im Szenario 1 (mit NIS) schwankt die Kaliumkonzentration in einem relativ kleinen Bereich zwischen 150 und 180 mg/l.
Bisherige Realwerte sind im Mittel (in Klammern die Schwankungsbreite) wie folgt:

Tab. 6.5: Kaliumkonzentrationen am Pegel Gerstungen

Jahr	Durchschnittliche Kaliumkonzentration (Gerstungen)	Schwankungsbreite
2005	143 mg/l	35 – 210 mg/l
2006	150 mg/l	39 – 214 mg/l
2007	168 mg/l	78 – 235 mg/l
2008	161 mg/l	32 – 215 mg/l

Ab Ende 2015 kann ein Richtwert von 150 mg/l eingehalten werden.

Im Szenario 2 (ohne NIS) kann das Niveau auch bis zum Ende der derzeitigen Versenkerlaubnis gehalten werden, aber nach dieser Zeit ist wie bei der Härte und bei der Chloridkonzentration ein sprunghafter Anstieg auf über 300 mg/l zu verzeichnen. Dieser starke Anstieg kann stufenweise wieder ausgeglichen werden. Eine Absenkung auf ein Niveau des Szenarios 1 ist jedoch ausgeschlossen.

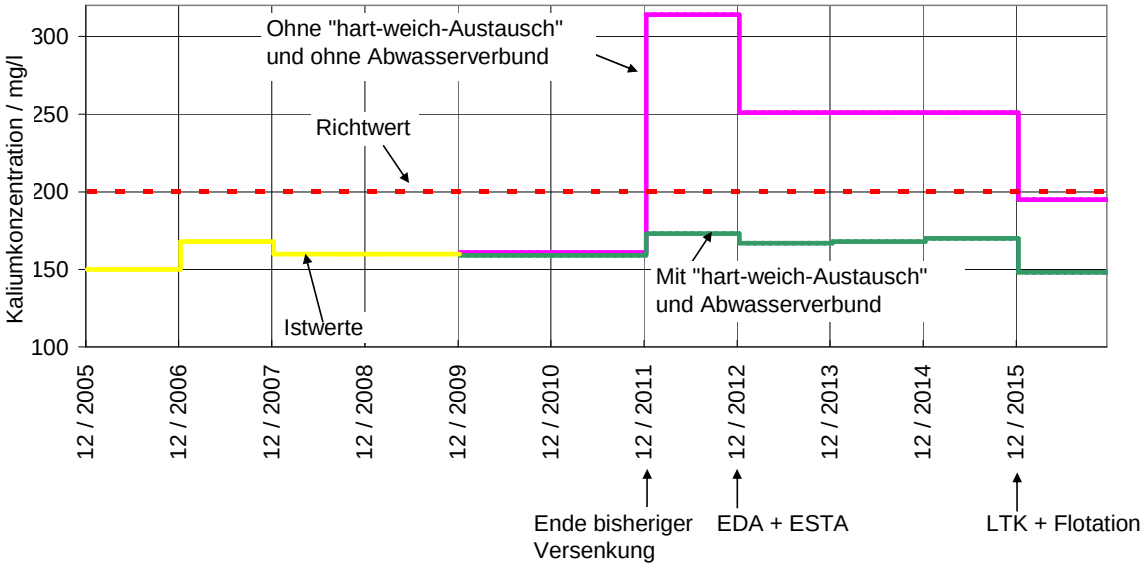


Abb. 6.19: ***Verlauf der Kaliumkonzentration (Szenarien 1 und 2 incl. aller Vorbelastungen; arithmetische Jahresmittelwerte eines Normaljahres)***

6.10.6 Notwendigkeit des NIS-Systems

Ohne NIS wäre das resultierende Niveau von Gesamthärte und Kaliumkonzentration nach vollständiger Umsetzung der Maßnahmen im Vergleich zu den Werten von 2008 im Mittel leicht erhöht. Für Chlorid kann eine deutliche Konzentrationsreduktion erreicht werden. In der Zwischenzeit kann ohne das NIS-System eine stärkere Belastung der Werra aber nicht vermieden werden. Bei niedrigen Abflüssen verstärkte sich dieser Effekt massiv.

Mit NIS könnte die bisherige Versenkung im Plattendolomit kontinuierlich verringert werden, und ab 2016 könnte sogar eine volumetrische Entlastung mit Frachtneutralität dauerhaft erreicht werden.

Die derzeitigen Konzentrationsniveaus könnten deutlich unterschritten werden. Ein Anstieg über diese Werte ist bis zur Umsetzung aller Maßnahmen ausgeschlossen. Die Härte könnte bereits ab 2010 auf einem dauerhaft niedrigeren Niveau gehalten werden.

6.11 Prüfung einer Fernleitung

Für die Prüfung einer Fernleitung stehen vier Kriterien im Vordergrund.

1. Es muss die ökologische Sinnhaftigkeit für eine solche Maßnahme gegeben sein.
2. Der gemeinsame politische Wille auf Länder- und Bundesebene muss gegeben sein.
3. Der Bau und Betrieb der Fernleitung sowie die entsprechende Einleitung von Salzabwässern müssen langfristig genehmigungsfähig sein.
4. Die Realisierung einer Fernleitung muss für das Unternehmen wirtschaftlich zumutbar sein, und die Verhältnismäßigkeit gegeben sein.

Basis für eine ökologische Sinnhaftigkeit sind Rahmenbedingungen, die zur nachhaltigen Verbesserung des ökologischen Zustands führen. Unter Berücksichtigung der spezifischen Gegebenheiten der Werra sind für Chlorid, Kalium und Magnesium jeweils Wertebereiche am Runden Tisch in Zusammenarbeit mit der Wissenschaftlichen Begleitung erarbeitet worden, die Auskunft über einen ökologisch verbesserten Zustand geben.

Geprüft werden muss, ob und inwieweit durch die Realisierung einer Fernleitung für die jeweiligen Ionen bessere Wertebereiche für die einzelnen Flussabschnitte von Werra und Weser erreicht werden können. Eine signifikante Verbesserung im Sinne dieser Wertebereiche ist eine notwendige Bedingung für eine ökologische Sinnhaftigkeit eines solchen Projekts. Auf dieser Basis muss eine Abwägung mit Blick auf die verschiedenen Wasserkörper erfolgen und auch eine gesamtökologische Betrachtung in die Bewertung mit einfließen.

So muss eine standortferne Einleitung, sei es in die Nordsee, in ein Flussästuar oder in die Oberweser zunächst ermöglichen, den ökologischen Zustand der Werra weiter zu verbessern. Deshalb gilt es in diesem Zeitraum ständig feststellen, ob sich die Entwicklung der diffusen Einträge so gestaltet, dass weitere Verbesserungen für die Werra durch einen Pipelinebau auch tatsächlich eintreten. Zugleich ist mit Hilfe von Gutachtern eine Pipeline- und Einleitvariante zu suchen, die an der Stelle der Einleitung nicht zu einer Verschlechterung der dortigen Gewässerqualität führt.

Des Weiteren ist ein breiter und vorab dokumentierter politischer Konsens über eine Pipelinevariante und die damit verbundene Einleitung unabdingbare Voraussetzung der Realisierung. Genauso müssen, getragen von diesem Konsens, die Genehmigungsfähigkeit einer Pipelinetrasse und auch die langfristige Genehmigung des Abstoßes der Salzabwässer am Endpunkt der Leitung gegeben sein.

Nicht zuletzt müssen die mit dem Bau und dem Betrieb einer solchen Leitung einhergehenden Kosten den Beteiligten zumutbar sein und auch in einem vernünftigen Verhältnis zum Effekt einer solchen Leitung für die Qualität des Werra/Weser-Flusssystems stehen.

Bis Ende 2010 wird K+S die grundsätzliche technische Machbarkeit verschiedener Fernleitungsvarianten prüfen und ein Konzept über den weiteren Planungsprozess unter Beachtung der Prüfkriterien vorlegen. Hierbei wird unter anderem der Kenntnisstand des Runden Tischs berücksichtigt.

6.12 Fazit: Maßnahmen bis 2015

Mit der vollständigen Umsetzung des Maßnahmenpakets hat K+S alle Möglichkeiten zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit nach heutigem Stand der Technik voll ausgeschöpft. Es gibt nach derzeitigem Kenntnisstand – der hinsichtlich der bis 2015 zeitlich und in ihrer Wirksamkeit sinnvollen Maßnahmen am Runden Tisch geteilt wird – keine weiteren technisch machbaren Maßnahmen an den Standorten, die den Gleichklang von Ökologie, Ökonomie und Sozialem nicht aus dem Gleichgewicht brächten. Weitere Maßnahmen sind entweder hinsichtlich ihres Investitionsbedarfs wirtschaftlich nicht zumutbar oder verursachen andere erhebliche ökologische Nachteile. Hierbei geht es nicht allein um die Frage, ob das Unternehmen sich eine bestimmte Maßnahme leisten kann. Entscheidend ist das objektive handels- und aktienrechtliche Gebot an die Leitungsgremien der K+S, nur solchen Investitionen zustimmen zu dürfen, bei denen Kosten und Nutzen in einem ausgewogenen Verhältnis stehen. Ferner wären weitere Maßnahmen bei laufendem Betrieb organisatorisch nicht umsetzbar.

7. Zeitraum bis 2020

Die Ausführungen am Ende des Kapitels 6 zeigen, dass eine einfache Weiterführung rein technischer vor-Ort-Lösungen für die Zeit nach 2015 kein vertretbarer Weg ist. Um die in der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung festgelegten langfristigen Ziele und die z. B. durch die Wasserrahmenrichtlinie gegebenen objektiven Anforderungen weiter erfüllen zu können, muss in diesem Zeitraum ein anderer Ansatz gewählt werden.

K+S hat entschieden, in diesem Zeitraum eine von der Kaliproduktion in Hessen und Thüringen weiter entfernte Einleitung der nach 2015 noch verbliebenen Salzabwässer zu realisieren, sofern die zuvor bestimmten klar definierten Voraussetzungen in diesem Zeitraum erfüllt sind.

K+S hält NIS für dauerhaft sinnvoll, tragfähig und genehmigungsfähig. Die Notwendigkeit - insbesondere der temporären - Stapelung bleibt auch bei einer Realisierung einer Fernleitung zu abflussabhängigen Gewässern grundsätzlich erhalten.

8. Zeitraum bis 2027

Die K+S wird künftig die Aufhaldung in der Betriebs- und Nachbetriebsphase an allen Standorten noch umweltverträglicher gestalten. Dazu werden innovative technische Maßnahmen bei der Auffahrung und beim Betrieb von Rückstandshalden weiter entwickelt. Eine Option könnte die spätere stoffliche Verwertung von Rückstandsalz sein.

Rückstandshalden sind weltweit als die derzeit wichtigste Entsorgungsoption neben Versatz und Verwertung für die Kaliindustrie unter den gegebenen marktwirtschaftlichen, ökonomischen und technischen Bedingungen unverzichtbar. Die Umsetzung derartiger technischer Maßnahmen wird die Umweltauswirkungen der Rückstandshalden, insbesondere den Haldenwasseranfall, nachhaltig vermindern sowie das Verhältnis von Aufhaldungsmasse und Aufstandsfläche optimieren.

Der auf den Rückstandshalden abgelagerte Rückstand wird derzeit nur sehr eingeschränkt stofflich verwertet. Die bisherigen wirtschaftlichen, markttypischen und technologischen Rahmenbedingungen stehen einer stofflichen Verwertung entgegen, obwohl die Rückstandshalden über ein nutzbares Rohstoffpotenzial verfügen, das zu großen Anteilen aus Steinsalz

besteht und dieses in einigen Jahrzehnten unter veränderten Verfügbarkeits- und Marktbedingungen durchaus wirtschaftlich nutzbar sein kann.

Deshalb verfolgt K+S das strategische Ziel eines emissionsarmen Haldenbetriebs, einer sicheren Verwahrung des „Rohstoffs“ Rückstand, einer Verbesserung der Kenntnisse über den Haldenkörper (Stoffe, Verhalten) und einer Entwicklung wirtschaftlicher, zukunftsorientierter Aufbereitungsverfahren für den abgelagerten Rückstand und das Haldenwasser.

Die ökologischen Effekte, insbesondere die zeitliche Entwicklung des Haldenwasseranfalls, verdeutlicht die nachfolgende Abbildung 8.1.

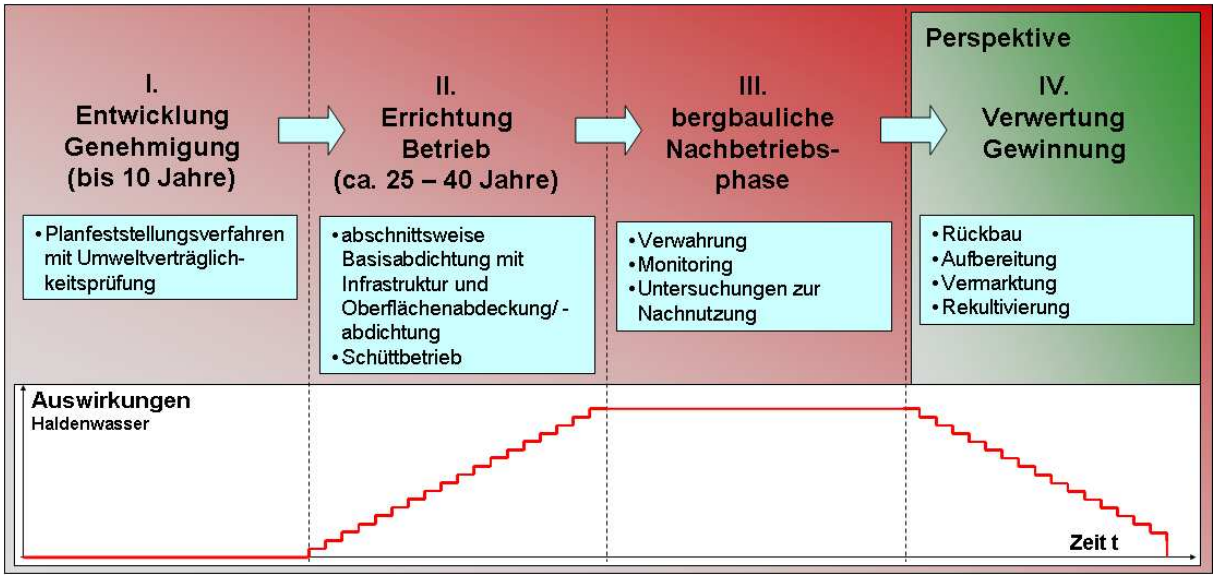


Abb. 8.1: ***Lebenszyklus und Auswirkungen einer Rückstandshalde der Kaliindustrie***

Rückstandshalden stellen für die Kaliproduktion der hessischen und thüringischen Werke neben der Einleitung die wichtigste Entsorgungsoption dar. Es ist deshalb sicherzustellen, dass ausreichend geeignete Standorte für die erforderlichen Halden zur Verfügung stehen. Die gegenwärtig betriebenen Halden der Standorte Hattorf und Wintershall sind bergrechtlich planfestgestellt bzw. zugelassen. Im Rahmen der mittel- und langfristigen Entsorgungsstrategie sind geeignete Standorte für die Fortführung der Aufhaldung zu identifizieren und in Abstimmung mit den zuständigen Planungs- und Fachbehörden rechtlich zu sichern. Bei der Standortwahl werden technische, betriebliche, ökologische, wirtschaftliche und raumordnerische Gesichtspunkte berücksichtigt und abgewogen.

Wegen des beträchtlichen Flächenbedarfs der Rückstandshalden müssen geeignete Standorte im Rahmen der Raumordnung geprüft, ausgewählt und rechtlich gesichert werden. Diese

Verfahren müssen frühzeitig eingeleitet werden. Zu diesem Zwecke wird K+S in Hessen und Thüringen, soweit erforderlich, geeignete Haldenaufstandsflächen in die Raumordnungsplanungen einbringen, um sie durch entsprechende Festlegungen im Landesentwicklungsplan bzw. -programm und in den Regionalplänen raumordnungsrechtlich sichern zu lassen. So wird sichergestellt, dass die Rückstandshalden auch in Zukunft mit den Zielen und Grundsätzen der Raumordnung übereinstimmen und das bergbauliche Interesse an einer Sicherung der Rohstoffversorgung und die umwelt- und naturschutzrechtlichen Belange in Gleichklang gebracht werden.

9. Zeitraum nach 2027

Das Rohsalz am Standort Unterbreizbach ist durch einen hohen Carnallitgehalt ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6\ H_2O$) geprägt, was auch zu den spezifischen Salzabwasserproblemen des Standorts führt. Mit fortschreitendem Abbau wird der Carnallitgehalt weiter abnehmen. Nach heutiger Kenntnis ist davon auszugehen, dass dieser bis etwa 2030 auf Werte unter 5 % absinkt. Damit reduziert sich auch der Salzabwasseranfall mit der Folge, dass die Kapazität der Eindampfanlage nicht mehr ausgelastet werden kann.

Sollten Versuche zur Eindampfung der abgekühlten Hartsalzabstoßlösung des Standorts Hattorf erfolgreich verlaufen, besteht die Möglichkeit, die Salzlösung zur Ausschöpfung der Kapazität der Eindampfanlage auf dem Standort Unterbreizbach dorthin zu pumpen. Damit könnte dann das Salzabwasser weiter um bis zu 1 Mio. m³/a reduziert werden.

Da mit zunehmendem Haldenfortschritt die Haldenwassermenge jährlich ansteigen wird, könnte mit der beschriebenen Maßnahme dieser Effekt deutlich gemildert werden.

Unter der Annahme, dass in den nächsten 20 Jahren noch weitere Prozesswassereinsparungen realisiert werden können, sollte sogar eine vollständige Kompensation der steigenden Haldenwassermengen gelingen.

Des Weiteren ist gut vorstellbar, dass einige Forschungsprojekte zur Verminderung des Haldenwasseranfalls erfolgreich verlaufen und dadurch der Haldenwasseranfall rückläufig sein könnte.

10. Nachbetriebsphase

Im Folgenden werden die zukünftig zu erwartenden Salzabwassermengen und die damit verbundenen Salztransporte von den Rückstandshalden der Standorte Hattorf und Wintershall sowie des Werkes Neuhof-Ellers, die in der Nachbergbauphase, also nach Einstellung der Kalirohsalzgewinnung und -verarbeitung an den Werken Werra und Neuhof-Ellers, entsorgt werden müssen, abgeschätzt.

Grundlage der Abschätzung sind die derzeit durchschnittlich jährlich anfallenden Haldenwässer und ihre Zusammensetzungen der hessischen Rückstandshalden von 2006 bis 2008. Sowohl bei der verarbeiteten Rohsalzqualität, den verwendeten Aufbereitungsverfahren, als auch den hergestellten Produkten wird davon ausgegangen, dass diese sich im Vergleich zu den heutigen Verhältnissen nicht signifikant ändern. Somit ist auch nicht von einer Änderung der derzeitigen Zusammensetzung des aufgehaldeten Rückstands und in Verbindung damit einer Änderung der Haldenwasserzusammensetzung auszugehen. Eine gravierende Änderung der derzeitigen Haldenwasserzusammensetzung wird damit nicht angenommen.

Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich die Anteile an leichtlöslichen und ökologisch relevanten Kalium- und Magnesiumverbindungen nach der Einstellung der Aufhaldung im Salzabwasser abreichern werden. Als leicht lösliche Verbindungen werden sie relativ zeitnah wieder aus dem Rückstandsmaterial ausgewaschen. Dies zeigt sich u.a. an der Entwicklung der Haldenwasserzusammensetzung aus dem frühen Beschüttungsbereich der Halde Wintershall. Hier liegen die Gehalte an Kalium und Magnesium teilweise deutlich unter den Gehalten der Haldenwässer aus frischen Beschüttungsbereichen.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Haldenwässer von Hattorf, Wintershall und Neuhof-Ellers sowie die jährlich durchschnittlich anfallende Haldenwassermenge sind in der folgenden Tabelle 10.1 zusammengestellt.

Tab. 10.1: ***Durchschnittliche Konzentration und Volumina der Haldenwässer der Rückstandshalden Hattorf, Wintershall und Neuhof-Ellers (Daten der Jahre 2006 bis 2008)***

Parameter	Einheit	Hattorf	Wintershall	Neuhof-Ellers
Kalium	g/l	22	23	19
Magnesium	g/l	38	39	29
Natrium	g/l	59	66	50
Chlorid	g/l	174	177	134
Sulfat	g/l	67	82	59
Menge	m^3/a	670.000	440.000	760.000

In der Nachbergbauphase wird sich die Menge an Haldenwasser der Rückstandshalden Hattorf und Wintershall bei den derzeitigen mittleren Jahresniederschlägen etwa verdoppeln. Für das Haldenwasser der Rückstandshalde in Neuhof-Ellers wird dagegen ein Wert von ca. 1,1 Mio. m^3/a bei durchschnittlichen Niederschlagsverhältnissen angesetzt. Da sich die Haldenwasserzusammensetzung nicht signifikant ändert, ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle 10.2 zusammengestellten Salztransporte und Salzabwassermengen.

Die mittlere durchschnittliche Zusammensetzung der Salzabwässer der Rückstandshalden Hattorf, Wintershall und Neuhof-Ellers sowie die jährlich durchschnittlich anfallende Salzabwassermenge ist für den ungünstigsten Fall ebenfalls in der folgenden Tabelle 10.2 zusammengestellt.

Tab. 10.2: ***Mit Beginn der Nachbergbauphase im jährlichen mittelfristigen Durchschnitt zu erwartende Salzeinträge und Haldenwassermengen pro Jahr der Rückstandshalden Hattorf, Wintershall und Neuhof-Ellers***

Parameter	Einheit	Hattorf	Wintershall	Neuhof-Ellers	Summe
Kalium	kg/s	0,93	0,64	0,66	2,23
Magnesium	kg/s	1,61	1,09	1,01	3,71
Natrium	kg/s	2,51	1,84	1,74	6,09
Chlorid	kg/s	7,40	4,94	4,67	17,01
Sulfat	kg/s	2,85	2,29	2,06	6,41
Menge	m^3/a	ca. 1.340.000	ca. 880.000	ca. 1.100.000	ca. 3.320.000

Für die Nachbetriebsphase der Werke Werra und Neuhof-Ellers ist derzeit als Entsorgungsmöglichkeit der dann noch verbleibenden Haldenwässer, die niederschlagsbedingt an den Rückstandshalden anfallen, die Einleitung in die Werra oder eine standortferne Einleitung über eine Fernleitung vorgesehen.

Neben der Einleitung der Wässer von den Rückstandshalden sind die Salzeinträge über die diffusen Einträge inklusive der Vorbelastung zu berücksichtigen.

Eine Prognose, wie sich die diffusen Einträge in Zukunft entwickeln werden, ist aus den heutigen Kenntnissen heraus schwierig.

Basis der im Folgenden dargestellten Szenarien sind Werte in Anlehnung an das Berechnungsmodell des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie (HLUG), das eine Abschätzung für die Entwicklung der diffusen Einträge für Chlorid vorgenommen hat (vgl. Vortrag in der 12. Sitzung des Runden Tischs am 26.5.2009). Es werden die diffusen Chloridtransporte (incl. Vorbelastung) für folgende drei Abflussvarianten (Szenarien) herangezogen, die einen hohen, mittleren und niedrigen Abfluss der Werra repräsentieren:

Tab. 10.3: ***Diffuse Einträge (incl. Vorbelastungen) in der Nachbergbauphase bei verschiedenen Abflüssen der Werra ohne Einleitung und Versenkung mit daraus resultierenden Werten am Pegel Gerstungen (in Anlehnung an das Berechnungsmodell des HLUG)***

	Abfluss der Werra	**Diffuse Einträge (Chlorid) bei gegebenem Abfluss**	**Chloridkonzentration bei gegebenem Abfluss**
Szenario 1	10 m^3/s	ca. 7,0 kg/s	ca. 700 mg/l
Szenario 2	30,9 m^3/s	ca. 9,6 kg/s	ca. 310 mg/l
Szenario 3	50 m^3/s	ca. 11,3 kg/s	ca. 225 mg/l

In Trockenperioden können Konzentrationen von bis zu 1.000 mg/l erreicht werden.

Zu diesen Werten ohne Einleitung und Versenkung muss für die Betrachtung der Nachbergbauphase die anfallenden Haldenwässer addiert werden. Für Chlorid sind dies wie oben erwähnt ca. 17kg/s bei 3,3 Mio. m³/a Haldenwasser (ohne die Effekte der Haldenwasserminimierung) im Mittel (also für Szenario 2; vgl. Tabelle 10.2).

Für Maßnahmen der Haldenwasserminimierung wird etwa eine Halbierung des Haldenwasseranfalls angenommen. Damit wäre ein Chlorideintrag von ca. 8,5 kg/s bei 1,6 Mio. m³/a zu den diffusen Einträgen im Mittel (Szenario 2) zu addieren (vgl. Tabelle 10.4).

Für die anderen Szenarien werden Chlorideinträge durch Haldenwässer um 30 % verringert (Szenario 1) und um 30 % erhöht (Szenario 3) angenommen. Dies ist durch die Korrelation der Abflüsse der Werra mit den Haldenwassermengen begründet. Die mittlere Haldenwasserzusammensetzung der Halden Hattorf, Wintershall und Neuhof-Ellers bleibt dabei in dieser Betrachtung unverändert.

Für die verschiedenen Szenarien ergeben sich daher folgende Chlorideinträge, die zu den o.g. diffusen Einträgen ohne bzw. mit Haldenwasserminimierung addiert werden müssen (Tabelle 10.4).

Tab. 10.4: ***Chlorideinträge bezogen auf den Pegel Gerstungen in der Nachbergbauphase aus diffusen Einträgen und Haldenwässern***

	Abfluss der Werra	**Diffuse Einträge**	**Chlorideintrag durch Haldenwässer mittlerer Zusammensetzung ohne Haldenwasserminimie-rung**	**Chlorideintrag durch Haldenwässer mittlerer Zusammensetzung mit Haldenwasserminimie-rung**
Szenario 1	10 m^3/s	ca. 7,0 kg/s	ca. 11,9 kg/s	ca. 6,0 kg/s
Szenario 2	30,9 m^3/s	ca. 9,6 kg/s	ca. 17,0 kg/s	ca. 8,5 kg/s
Szenario 3	50 m^3/s	ca. 11,3 kg/s	ca. 22,1 kg/s	ca. 11,1 kg/s

Hieraus ergeben sich folgende Chloridkonzentrationen am Pegel Gerstungen für die drei Szenarien (Tabelle 10.5):

Tab. 10.5: ***Gesamter Chlorideintrag durch Haldenwasser mittlerer Zusammensetzung und diffuse Einträge sowie deren resultierenden Konzentrationen am Pegel Gerstungen in der Nachbergbauphase mit und ohne Haldenwasserminimierung***

	Abfluss der Werra	Gesamter Chlorideintrag ohne Haldenwasser-minimierung	Gesamter Chlorideintrag mit Haldenwasser-minimierung	Daraus resultierende Chloridkonzentration ohne Haldenwasser-minimierung	Daraus resultierende Chloridkonzentration mit Haldenwasser-minimierung
Szenario 1	10 m^3/s	ca. 18,9 kg/s	ca. 13,0 kg/s	ca. 1890 mg/l	ca.1300 mg/l
Szenario 2	30,9 m^3/s	ca. 26,6 kg/s	ca. 18,1 kg/s	ca. 860 mg/l	ca. 585 mg/l
Szenario 3	50 m^3/s	ca. 33,4 kg/s	ca. 22,4 kg/s	ca. 670 mg/l	ca. 450 mg/l

Die oben angegebenen Chloridkonzentrationen werden bei mittleren Abflussverhältnissen flussabwärts exemplarisch wie folgt betrachtet. Die Variante, die ausschließlich den Einfluss der diffusen Einträge zeigt, ist quasi identisch mit der Situation, die sich beim Betrieb einer Fernleitung (z.B. zur Nordsee) einstellt (Abbildung 10.1).

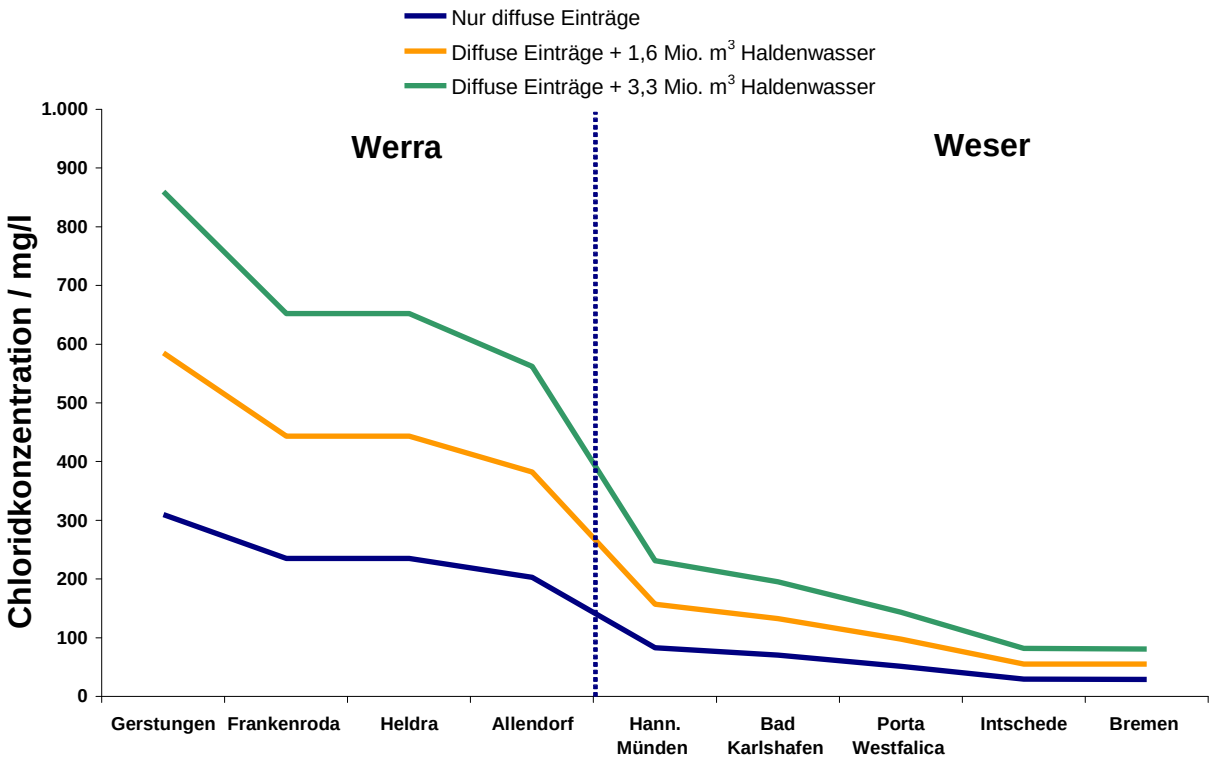


Abb. 10.1: ***Chloridkonzentration in Werra/Weser in der Nachbergbauphase bei mittlerem Abfluss***

11. Finanzielle Vorsorgestrategie des Unternehmens

Aus der Bergbau- und Produktionstätigkeit erwachsen K+S vielfältige Vorsorge- und Nachsorgeverpflichtungen mit Blick auf die Umwelt.

Um deren laufende und künftige Erfüllung weiter zu sichern, betreibt das Unternehmen eine finanzielle Vorsorgestrategie mit den Zielen, die aktuelle und künftige Leistungsfähigkeit von K+S in dieser Hinsicht über Generationen ständig zu gewährleisten.

Bei den aktuellen Verpflichtungen handelt es sich überwiegend um solche, die im Umweltrecht des Bundes und der Länder verankert sind, sowie aus Nebenbestimmungen in den bergrechtlichen Betriebsplänen und sonstigen Genehmigungen von K+S.

Die Verpflichtungen von K+S werden aber ganz überwiegend erst über einen sehr langen Zeitraum wirksam, es handelt sich um künftige Verpflichtungen. Die wesentlichen dieser Verpflichtungen gehen mit der Stilllegung von Bergwerken in der Zukunft und der Nachsorge für stillgelegte Standorte einher. Es handelt sich hierbei um Verpflichtungen zur Gruben- und

Schachtverwahrung sowie um Rückbau- und Rekultivierungsverpflichtungen. Auch für die Zeit nach Stilllegung der Gruben- und Fabrikbetriebe muss weiterhin eine sichere Verwahrung der Rückstandshalden gewährleistet werden. So müssen die weiterhin anfallenden Haldenwässer gesammelt, geordnet abgeführt und schließlich eingeleitet werden. Die Halden selbst müssen dauerhaft z.B. gegen unbefugten Zutritt gesichert werden.

11.1 Aktuelle Leistungsfähigkeit des Unternehmens

Die K+S KALI GmbH (K+S) ist mit einem voll eingezahlten Stammkapital von 121 Mio. EUR und einem Gesamteigenkapital von 433 Mio. EUR per 31.12.2008 ein stark und sicher kapitalisiertes Unternehmen. Als Betreiberin von Werken auch in Niedersachsen und in Sachsen-Anhalt ist K+S zudem in der Lage, mögliche Verluste an Standorten in Hessen und Thüringen auszugleichen. Sofern selbst dies nicht möglich sein sollte, ist die K+S Aktiengesellschaft aufgrund des bestehenden Beherrschungsvertrags gemäß § 302 Aktiengesetz verpflichtet, Verluste von K+S auszugleichen. Dies stellt eine zusätzliche und aufgrund der Größe und Diversifiziertheit der K+S Gruppe nicht unbedeutende weitere Absicherung dar.

K+S ist folglich in der Lage, ihren aktuellen umweltrechtlichen Verpflichtungen voll und ganz nachzukommen.

11.2 Sicherung der künftigen Leistungsfähigkeit des Unternehmens

Um schon jetzt — aus den laufenden Erträgen — genügend Ressourcen für die spätere Erfüllung der in Zukunft kommenden Verpflichtungen anzusammeln, betreibt K+S eine umfangreiche und vorausschauende Politik der Ansammlung von Rückstellungen für diese Verpflichtungen.

Rückstellungen sind geeignete und transparente Vorsorgeinstrumente. Dies ergibt sich aus den rechtlichen Grenzen und Möglichkeiten der Rückstellungsbildung und aus den hieraus folgenden Beschränkungen eines Unternehmens Gewinne an Gesellschafter bzw. Aktionäre auszuschütten.

Durch die Bilanzierung einer Rückstellung auf der Passivseite der Bilanz wird in der klassischen Terminologie dem „Gläubigerschutz“ Genüge getan. Ein rückgestellter Betrag ist dem ausschüttungsfähigen Gewinn entzogen und kann somit nicht mehr außerhalb des Unterneh-

mens verteilt werden. Zu den durch die Bildung von Rückstellungen geschützten „Gläubigergruppen“ gehört auch die Allgemeinheit. Mit den gebildeten Rückstellungen stellt K+S sicher, dass schon jetzt Ressourcen angesammelt und nicht als Dividende verteilt werden, die eine spätere Sozialisierung von eventuell verbleibenden sog. „Ewigkeitskosten“ unwahrscheinlich machen.

Im Einzelnen sind per 31.12.2008 folgende Beträge bei K+S für kommende Verpflichtungen zurückgestellt:

• Verfüllung von Schächten und Bohrungen	Mio. EUR	ca. 119
• Bergsicherheitlicher Grubenversatz	Mio. EUR	ca. 88
• Haldenverwahrung und -sicherung	Mio. EUR	ca. 83
• Rückbau und Rekultivierung	Mio. EUR	ca. 37
• Vorsorge für evtl. Bergschäden	Mio. EUR	ca. 33
Insgesamt:	Mio. EUR	ca. 360

Mit der aus Erträgen der Gegenwart gebildeten Rückstellung stellt das Unternehmen sicher, dass der Allgemeinheit für diese Sachverhalte in Zukunft keine Kosten zur Last fallen.

Die der Bestimmung der Höhe der jeweiligen Verpflichtungen zu Grunde liegenden Einschätzungen werden laufend hinterfragt und ggf. unter Einschaltung externer Gutachter angepasst. Ergeben abweichende Kostenentwicklungen oder technische Neuerungen Einflüsse auf die Höhe der Verpflichtungen, werden diese angepasst. Für die Rückstandshalden ist K+S behördlicherseits sogar eine automatische jährliche Erhöhung der jeweiligen Rückstellungen auferlegt. Die handelsrechtliche Ordnungsmäßigkeit der Rückstellungsbildung nach Grund und nach Höhe wird jedes Jahr vom Wirtschaftsprüfer der K+S Aktiengesellschaft hinterfragt und ist erneut als ordnungsgemäß und ausreichend zu bestätigen.

In Ergänzung zu diesem „internen“ System hat das Unternehmen Umwelthaftpflichtversicherungen mit Deckungssummen in zweistelliger Millionenhöhe für jedes Schadensereignis aus seiner Betriebstätigkeit abgeschlossen.

11.3 Transparenz der Vorsorgepolitik

Den Behörden und auch der Öffentlichkeit ist es möglich, die Stetigkeit und Angemessenheit der Vorsorgepolitik von K+S laufend zu überwachen bzw. nachzuvollziehen. Die Jahresabschlüsse der K+S Aktiengesellschaft mit der aktuellen Höhe der Rückstellungen, deren Begründung und der Bestätigung der Wirtschaftsprüfer sind im Handelsregister einsehbar. Auch im veröffentlichten Geschäftsbericht der K+S Aktiengesellschaft befinden sich hierzu aktuelle Informationen.

Gegenüber den Genehmigungsbehörden ist K+S per Bescheid verpflichtet, die Bonität des Unternehmens in regelmäßigen Abständen durch einen Wirtschaftsprüfer anhand von zentralen Bilanzkennzahlen prüfen und bestätigen zu lassen. Dies erfolgt durch die jährliche Neuvorlage spezieller für diesen Zweck erstellter Bescheinigungen des Wirtschaftsprüfers. Aus ihnen geht hervor, dass K+S in der Lage ist, seine aktuellen und künftigen Umweltverpflichtungen in finanzieller Hinsicht vollständig zu erfüllen.

Die Bonität des Unternehmens steht also ständig auf dem Prüfstand. Den Behörden wird es ermöglicht, Anzeichen einer sich evtl. dauerhaft verschlechternden Bonität frühzeitig zu erkennen und Handlungsnotwendigkeiten bzw. -optionen zu prüfen.

Der weitere Bestand und die Angemessenheit der Deckungssumme der Umwelthaftpflichtversicherungen muss jährlich gegenüber den Genehmigungsbehörden dargelegt werden.

K+S wird diese Strategie der finanziellen Zukunftsvorsorge für Umweltbelange beibehalten und so sicherstellen, dass in angemessener und transparenter Weise finanzielle „Altlasten“ für nachfolgende Generationen aus dem Bergbau und der Düngemittelproduktion in Hessen und Thüringen vermieden werden.

12. Geprüfte Alternativen

Im Rahmen der zurzeit diskutierten Salzabwässerentsorgung in die Werra war ein die Entwicklung, Bewertung und Prüfung von Maßnahmen ein zentrales Element für K+S mit dem Ziel, die anfallenden Salzabwässer nach Umsetzung dieser Maßnahmen zu reduzieren.

K+S hat selbst und in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern des Runden Tischs zahlreiche Maßnahmenvorschläge erarbeitet, intensiv diskutiert und bewertet. Dabei wurden auch alle

Maßnahmenvorschläge berücksichtigt, die von "externen" Personen (Privatpersonen, Firmen, Universitäten, etc.) an das Unternehmen K+S und den Runden Tisch herangetragen wurden.

Diese Maßnahmen sind im Detail auf der Homepage des Rundes Tischs beschrieben (http://www.runder-tisch-werra.de/). Hier wird daher von einer detaillierten Beschreibung der dargestellten Maßnahmen abgesehen.

Die Maßnahmen wurden nach ihrem möglichen Beitrag in Hinblick auf die Zielstellung einer Reduzierung der Salzabwässer kategorisiert. Die Maßnahmen lassen sich in drei Gruppen unterteilen:

- Optimierung des Betriebs und der Produktion
- Lokale Entsorgung von Produktionsrückständen
- Standortferne Entsorgung von Produktionsrückständen

Der Runde Tisch hat die unterschiedlichen Maßnahmen unter gutachterlicher Begleitung in Hinblick auf die Wirksamkeit, den Zeitbedarf bis zur Wirksamkeit und die Machbarkeit (technisch, rechtlich, ökonomisch) bewertet. Diese Bewertung ist dem 3. Infobrief des Runden Tischs zu entnehmen.

Tab. 12.1: ***Bewertung der Maßnahmenvorschläge (Quelle: Infobrief Runder Tisch, Mai 2009)***

Gruppe	Maßnahme	Wirksamkeit	Zeitbedarf*	Machbarkeit**
Optimierung des Betriebs / der Produktion	Optimierung Kieseritgewinnung:			
	· Weitere ESTA-Anlage in Hattorf	hoch	kurzfristig	ja
	· Technische Weiterentwicklung in Wintershall	hoch	kurzfristig	ja
	Nachkühlung von Salzwässern	hoch	kurzfristig	ja
	Eindampfen von Salzwasser - generell	hoch	kurzfristig	nein
	Eindampfen von Salzwasser – in Unterbreizbach	hoch	kurzfristig	ja
	Ausbau Salzlaststeuerung einschl. Rückförderung	hoch	kurzfristig	unsicher
	ESTA-Verfahren unter Tage in Kombination mit Versatz	gering	langfristig	unsicher
	Steinsalzgewinnung aus den festen Rückständen	gering	langfristig	unsicher
	Kombinationsverfahren mit Membranen	unsicher	langfristig	unsicher
	ESTA-Aufbereitungsverfahren in Unterbreizbach	gering	kurzfristig	unsicher
	Weitere Verfahren zur Eindampfung von Salzwasser	hoch	unsicher	unsicher
	Produktion einstellen	hoch	kurzfristig	nein
	Weitere Verfahren zur Entsalzung des anfallenden Abwassers	unsicher	unsicher	unsicher
Lokale Entsorgung von Produktionsrückständen	Untertage Verbringen flüssiger Rückstände	hoch	langfristig	unsicher
	Untertage Verbringen fester Rückstände	hoch***	langfristig	nein
	Untertage Verbringen - hydraulischer Versatz	hoch	mittelfristig	nein
	Haldenabdeckung/-begrünung/-abflachung	unsicher	langfristig	unsicher
	Fassen und Abtransport der Austritte an der Breitzbachsmühle	gering	unsicher	ja
	Verlegung Einleitstelle Prozessabwässer Unterbreizbach an die Ulster	gering	kurzfristig	ja
	Reduzierung der Einleitung aus der Grube Springen	gering	kurzfristig	ja
	Vergleichmäßigung diffuser Einträge Kiessee Dankmarshausen	gering	kurzfristig	ja
	Salzabwasser auf der Halde verrieseln / verdüsen	gering	unsicher	unsicher
	Verlegung von Versenkstandorten	unsicher	unsicher	unsicher
	Einbindung von Talsperren in die Wasserführung der Werra	unsicher	unsicher	unsicher
	Weitere Verfahren zur Haldenabdeckung	unsicher	unsicher	unsicher
	Sonstige Vorschläge (jeweils schlechteste Einstufung)	gering	unsicher	nein
Überlokale Entsorgung von Produktionsrückständen	Transport des Salzabwassers an die Nordsee / Weser	hoch	mittelfristig	ja
	Einsatz der Salzabwässer als Fällmittel zur Fällung von MAP	gering	kurzfristig	ja

* Zeitbedarf bis zur Wirksamkeit, angelehnt an die Fristen der EG-Wasserrahmenrichtlinie:
kurzfristig = Zielerreichung bis 2015, mittelfristig = Möglichkeit der Fristverlängerung bis 2027, langfristig = nach 2027
** Machbarkeit technisch, rechtlich oder ökonomisch *** Wirksamkeit nur hoch bei langfristiger Betrachtung

Die von K+S bis 2015 bzw. 2020 geplanten Maßnahmen wurden als wirksam und machbar angesehen. Alle weiteren Maßnahmen werden in Tab. 12.1 in Hinblick auf ihre Wirksamkeit, den Zeitbedarf und/oder der Machbarkeit als unsicher oder kritisch bewertet. Diese Auffassung deckt sich mit der Einschätzung des Unternehmens. Die weiteren Maßnahmen werden nicht weiter verfolgt, weil sie sich technisch oder wirtschaftlich nicht realisieren lassen oder keine (ausreichende) ökologische Wirkung versprechen.

<u>Exemplarisch</u> werden im Folgenden einige dieser nicht favorisierten Maßnahmen erörtert.

12.1 Eindampfen aller Salzabwässer

Durch das Eindampfen von Salzlösungen können deren Volumina reduziert und unter Umständen die physikalischen/chemischen Eigenschaften der Lösungen so verändert werden, dass sie wirtschaftlich nutzbar werden oder günstigere Entsorgungseigenschaften bekommen. Bei einer vollständigen Eindampfung des Salzabwassers kann theoretisch eine Reduzierung der Salzabwassermenge um 100 % erreicht werden. Je nach Zusammensetzung der Salzlösung und der Prozessführung fallen ab einem bestimmten Eindampfungsgrad kristallisierte Salze an, die entsorgt werden müssen. In jedem Fall sind für die Eindampfung hohe Energiemengen erforderlich.

Eine Eindampfung von Salzabwässern wäre nur dann sinnvoll, wenn bei diesem Prozess verwertbare Salze gewonnen werden. Ist dies technisch nicht möglich oder der Prozess hierfür zu aufwendig, so ist aus ökologischer und ökonomischer Sicht eine Eindampfung der Salzabwässer nicht zu befürworten.

12.2 Membranverfahren

Unter Membranverfahren sind druckbetriebene Prozesse, wie z.B. die Umkehrosmose oder die Nanofiltration zu verstehen. Durch geschickte Auswahl der Membran lassen sich ein- und zweiwertige Ionen zumindest teilweise trennen. Für Salzabwässer der Kaliindustrie mit typisch hohen Salzkonzentrationen entsprechen die Membranverfahren nicht dem Stand der Technik. Es wären hier sehr hohe Arbeitsdrücke notwendig. Entsprechende Membranen sind nicht verfügbar. Ein noch schwerwiegenderes Problem resultiert für bestimmte Salzlösungen daraus, dass Kristallisationseffekte durch Löslichkeitsüberschreitung im Zuge der Aufkonzentrierung die Membranen verstopfen und diese dadurch unbrauchbar werden.

12.3 Verdüsung von Salzabwässern auf der Halde

Der externe Vorschlag einer Verdüsung von Salzabwässern auf Rückstandshalden wurde als Entsorgungsverfahren für das Werk Neuhof diskutiert. Umfangreiche K+S-interne Untersuchungen und Überlegungen sowie ein externes Gutachten zeigen, dass bei den hiesigen klimatischen Bedingungen durch die Verdüsung im Sprühstrahl die Salzabwassermenge nicht nennenswert verringert wird. Lediglich durch die Verdunstung auf der Oberfläche der Halde

könnte eine vernachlässigbar geringe Reduktion der Salzabwassermenge möglich sein. Ein kritischer Punkt ist daneben ein mögliches Verwehen von salzhaltigen Sprühnebeln.

12.4 ESTA-Anlage unter Tage

Prinzipiell ist es auch denkbar, dass in der Grube Wintershall/Hattorf das Hartsalz unter Tage mit Hilfe des ESTA-Verfahrens derart aufbereitet wird, dass eine Steinsalzvorabtrennung gelingt. Das abgetrennte Steinsalz müsste unter Tage versetzt werden. Das an Wertmineralien aufkonzentrierte Rohsalz würde dann über Tage in den Produktionsanlagen weiter aufbereitet.

Die diskutierte ESTA unter Tage würde zu einer Problemlösung beigetragen, in dem über die nächsten Jahrzehnte in Summe weniger Haldenwässer entstehen würden, allerdings mit einem ökologisch sehr wahrscheinlich irrelevanten Effekt aufgrund der geringen Einsparungsmengen im Verhältnis zur Gesamtmenge.

Eine entsprechende (weltweit erste!) ESTA-Pilotanlage unter Tage zur Steinsalzvorabtrennung wird Mitte 2009 am Standort Zielitz zu Versuchszwecken in Betrieb genommen. Allerdings ist in Zielitz die Trennaufgabe aufgrund des Vorliegens von Sylvinit (Mineralgemenge bestehend aus KCl und NaCl) deutlich einfacher. Gesicherte Erkenntnisse aus dem Pilotversuch zur Auslegung einer Großanlage sind nicht vor Ende 2010 zu erwarten.

12.5 Biomasseproduktion durch halophile Algen

In einer Pilotuntersuchung sollte experimentell geklärt werden, ob die biologische Fixierung und Nutzung der Reststoffe der Kali- und Salzproduktion durch Algenbiomasse gelingt. Hierzu wurde untersucht, ob kulturfähige marine oder in hypersalinen Milieus lebende Makro- und Mikroalgen die bei der Salzgewinnung anfallende Abstoßlösung bzw. die bei der Deponierung ablaufenden Haldenwässer bei ihrem Wachstum soweit entsalzen, dass diese ohne den bisher betriebenen Aufwand entsorgt werden können.

Aufgrund der geringen Entsalzungsraten (im Promillebereich) ist ein Einsatz der Makroalgen zur Entsalzung der pro Jahr anfallenden Haldenwässer nicht praktikabel. Auch die bisher durchgeführten Versuche mit den halophilen Mikroalgen belegen, dass die Salzaufnahmeraten zu gering sind, um einen wirtschaftlich und ökologisch bedeutsamen Beitrag zur Entsalzung der Haldenwässer zu liefern.

13. Zusammenfassung

Mit der vorliegenden *„Gesamtstrategie zur Verminderung von Umweltbelastungen“* zeigt K+S — weit über das Ende der Laufzeit der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung (Jahr 2039) hinaus — auf, wie Salzabwässer kurz-, mittel- und langfristig weiter reduziert, die Rückstandsentsorgung verbessert und die Zukunftsfähigkeit der Standorte gesichert werden kann.

Sie berücksichtigt die Beschlüsse der Landtage von Hessen und Thüringen, den am Runden Tisch erreichten Diskussionsstand sowie die perspektivischen Ziele und Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie der EU. Die Gesamtstrategie orientiert sich an den Vorgaben der zwischen den Ländern Hessen und Thüringen und K+S am 4.2.2009 abgeschlossenen öffentlich-rechtlichen Vereinbarung und dem darin festgeschriebenen Ziel, die Gleichrangigkeit von Ökologie, Ökonomie und Sozialem zu wahren. Dieser Gesamtstrategie liegt der Wille des Unternehmens K+S zu Grunde, bei der Beschreibung und Entwicklung von Wegen, die Umweltbelastungen weiter zu reduzieren und weit in die Zukunft zu blicken.

Die Gesamtstrategie zur Verminderung von Umweltbelastungen geht von den bergbaulichen, technischen, umweltrelevanten und wirtschaftlichen Grundbedingungen der Kaliproduktion aus. Sie setzt sich aus verschiedenen Bausteinen zusammen.

Unsere Lagerstätten sind weltweit einzigartig. In unseren Werken gewinnen wir Wertstoffe aus dem Rohsalz, das aufgrund seiner Gehalte an Kieserit, d.h. Magnesium und Schwefel, von besonderem Wert ist.

Wir bereiten unsere Kalirohsalze je nach Rohsalztyp mit dem Stand der Technik entsprechenden unterschiedlichen Verfahren auf. Während die Heißverlösung und die Flotation nicht ohne den Einsatz von Wasser auskommen, handelt es sich bei der von K+S entwickelten elektrostatischen Trennung um ein trockenes Aufbereitungsverfahren. Flüssige Produktionsrückstände und salzhaltige Wässer, die auf unseren Halden durch Niederschläge entstehen, leiten wir im Rahmen bestehender Genehmigungen in Fließgewässer ein oder versenken sie in tiefere Gesteinsschichten. Bei der Einleitung in die Werra haben wir Grenzwerte für Chlorid und Gesamthärte sowie einen Richtwert für Kalium einzuhalten.

K+S ist es in den vergangenen Jahren gelungen, den auf die Rohsalzverarbeitung bezogenen spezifischen Salzabwasseranfall durch die innovativen Produktionsverfahren ESTA und Flotation sowie durch den Spülversatz von 2,5 m^3/t auf ca. 0,6 m^3/t zu senken.

Während noch in den 1980er Jahren in der Werra am Pegel Gerstungen in Thüringen Chloridkonzentrationen von mehr als 30.000 mg/l gemessen wurden, gelingt es uns seit dem Jahr 2000, den festgesetzten Grenzwert von 2.500 mg/l sicher einzuhalten. Die Konzentration beträgt damit weniger als ein Zehntel der Konzentrationen zu DDR-Zeiten und nimmt flussabwärts durch Zuflüsse immer weiter ab. Unabhängige Gutachten weisen nach, dass sich die ökologische Situation der Werra seither nachhaltig verbessert hat. Dies zeigt sich sowohl in der weiterhin zunehmenden Artenzahl bei Mikroorganismen, Pflanzen und Kleinlebewesen wie auch in dem größer werdenden Artenspektrum bei den Fischen.

Mit Einführung der Produktionsverfahren ESTA und der Flotation konnte K+S auch die Versenkraten von ehemals mehr als 20 Mio. m³/a auf heute 5 bis 7 Mio. m³/a reduzieren. Der Anteil der Versenkmengen hat einen direkten Einfluss auf die erreichbare Gesamthärte der Werra. Die Versenkung hat zur Folge, dass die im Plattendolomit befindlichen schwach versalzenen Wässer verdrängt werden und teilweise mit Salzabwasser vermischt als diffuse Einträge in die Werra gelangen. Mit der deutlichen Abnahme der Versenkmengen verringerten sich auch die diffusen Einträge. Sie werden nach derzeitigen Berechnungsmodellen des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie als Hintergrundbelastung noch über einen langen Zeitraum fortbestehen.

Die Verminderung der Umweltbelastungen ist seit vielen Jahren ein Schwerpunkt der Forschung und Entwicklung, die künftig einen noch höheren Stellenwert einnehmen werden. Mit Blick auf die weitergehende Reduzierung der Umweltbelastungen und die Verbesserung der Effektivität der Kaliproduktion konzentriert sich unsere Forschung und Entwicklung u. a. auf die Steinsalzvorabtrennung, die weitergehende Optimierung der Produktionsverfahren, die Eindampfung und den Versatz (flüssig, verfestigt) magnesiumchloridreicher Lösungen, die Optimierung der Salzlaststeuerung sowie die Haldenwasserminimierung. Auch wird eine Verwertung aufgehaldeter Rückstände in der Haldennachbetriebsphase angestrebt.

Die technischen Bausteine der Gesamtstrategie lassen sich kurz- bis langfristigen Zeiträumen zuordnen.

Im ersten abgesteckten Zeitraum (2008-2011) konnten bereits 2008 im Werk Werra die Prozesswassermengen, also die Salzabwässer, die direkt durch die Prozesse der Kaliproduktion anfallen, im Vergleich zu 2006 um 15 %, d.h. 1,8 Mio. m^3/a reduziert werden. Der länderübergreifende Salzabwasserverbund soll die Voraussetzungen für die weitere Verminderung der Versenkmengen schaffen. Hierfür sollen magnesium- und kaliumchloridarme

(„weiche“) und magnesium- und kaliumchloridreiche („harte“) Salzabwässer strikt voneinander getrennt und die weichen Salzabwässer bevorzugt in die Werra eingeleitet werden. Durch alle vorgenannten kurzfristigen Maßnahmen kann der hessisch-thüringische Versenkraum um 1 - 1,8 Mio. m^3/a entlastet werden. In diesem Zeitraum wird eine Trendwende zu einem Ende der bisherigen Versenkung eingeleitet.

Für den Zeitraum bis 2015 verfolgen wir das Ziel, die Salzwässer hinsichtlich Volumen und Salzfracht noch einmal deutlich zu reduzieren, die bisherige Versenkung einzustellen und die Werra von biologisch nachteilig wirkenden Kalium- und Magnesiumionen zu entlasten. Diese Ziele werden durch folgende Maßnahmen erreicht:

- Bau einer Anlage zum Eindampfen von Magnesiumchloridlösung in Verbindung mit der Erweiterung des GuD-Kraftwerkes am Standort Unterbreizbach
- Umstellung der Nassgewinnung von Kieserit auf das trockene ESTA-Verfahren am Standort Hattorf
- Bau einer Tiefkühlanlage für Salzlösungen am Standort Hattorf
- Weiterentwicklung der Flotation am Standort Wintershall
- Aufbau einer Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS) für einen länderübergreifenden weiter verbesserten Gewässer- und Grundwasserschutz
- Sonstige Maßnahmen

Insgesamt ist ein Investitionsrahmen von bis zu 360 Mio. Euro vorgesehen, der bis spätestens bis Ende 2015 umgesetzt sein wird. Dieser verringert die Salzabwässer auf ca. 7 Mio. m³/a. Hierdurch wird die Werra wirksam und nachhaltig entlastet, indem die derzeitig gültigen Grenz- und Richtwerte um ca. 30 % gesenkt werden können: Chlorid von 2.500 auf 1.700 mg/l, Gesamthärte von 90 °dH auf 65 °dH und Kalium von 20 0 auf 150 mg/l.

Der bisherige Versenkraum wird ab Ende 2015 dauerhaft frachtneutral volumenentlastet. Mit der Einstellung der bisherigen Versenkung ist die 2010 eingeleitete Trendwende zu einer geringeren Belastung des Plattendolomits vollzogen.

Mit dem Maßnahmenpaket wird alles umgesetzt, was aus heutiger Sicht vor Ort technisch machbar und ökologisch sinnvoll ist. Mit dem Investitionsvolumen von bis zu 360 Mio. Euro gehen wir auch an die Grenze dessen, was wirtschaftlich leistbar und vertretbar ist. Die

Umsetzung der Maßnahmen wird in diesem Zeitraum unsere Ressourcen in erheblichem Umfang binden.

Um weiterhin die Gleichrangigkeit von Ökologie, Ökonomie und Sozialem zu gewährleisten, wird im Zeitraum bis 2020 über eine standortferne Einleitung der nach Umsetzung des Maßnahmenpakets noch verbliebenen Salzabwässer per Fernpipeline entschieden. Dabei richten wir uns an einem klaren Kriterienkatalog: Die standortferne Einleitung muss den ökologischen Zustand von Werra und Weser deutlich verbessern. Ohne einen breiten politischen Konsens insbesondere der durch Pipelinebau und Einleitung betroffenen Anrainerländer, lässt sich ein solches Vorhaben nicht realisieren. Nicht zuletzt muss es hinsichtlich seiner Investitions- und Betriebskosten leistbar und verhältnismäßig sein. Durch ein Monitoring der diffusen Einträge soll vorab der positive ökologische Effekt festgestellt und zugleich ausgeschlossen werden, dass sich die Werrawasserqualität durch größere Schwankungen der Chloridkonzentrationen und der Gesamthärte verschlechtert.

Für den Zeitraum bis 2027 und darüber hinaus ist geplant, eine Haldenstrategie mit dem Ziel der Entwicklung eines emissionsarmen Haldenbetriebs, der Gestaltung einer sicheren und emissionsarmen bergbaulichen Nachbetriebsphase umzusetzen und ggf. das Rohstoffpotenzial der Halden zu nutzen. Durch diese Maßnahmen werden die Umweltauswirkungen, insbesondere durch Reduzierung des Haldenwasservolumens in ihrem zeitlichen Ausmaß ggf. nachhaltig verringert.

Haldenerweiterungen sind eine Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der Kaliproduktion, den Erhalt der damit verbundenen Arbeitsplätze und die Wertschöpfung in Hessen und Thüringen. Die hierfür notwendigen Planungsverfahren müssen aufgrund ihrer Raumbedeutsamkeit und der langfristigen Planungshorizonte frühzeitig eingeleitet werden.

Die finanzielle Vorsorgestrategie ist durch die Bergbau- und Produktionstätigkeit, insbesondere durch die umweltbezogenen Vorsorge- und Nachsorgeverpflichtungen bedingt. Die Erfüllung dieser Verpflichtungen wird jetzt und künftig durch die Stärkung der Leistungsfähigkeit der K+S über Generationen und eine vorausschauende Politik der Bildung von Rückstellungen gewährleistet. Die Vorsorgestrategie finanziert sich aus den laufenden Erträgen und stellt so die Ressourcen für die spätere Erfüllung dieser künftigen Verpflichtungen sicher. Im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben und der erlassenen Bescheide überwachen die Behörden laufend die Stetigkeit und Angemessenheit der Vorsorgepolitik von K+S. Die Öffentlichkeit kann diese Vorsorge in den Jahresberichten der K+S nachvollziehen. K+S wird diese Strategie der

finanziellen Zukunftsvorsorge für Umweltbelange beibehalten und so in angemessener und transparenter Weise sicherstellen, dass von der Allgemeinheit zu leistende finanzielle Folgelasten aus dem Bergbau und der Düngemittelproduktion für nachfolgende Generationen vermieden werden.

Die Fortführung des bewährten Instruments „Runder Tisch“ steht im Einklang mit den Beschlüssen der Landtage in Hessen und Thüringen aus dem Jahr 2007 und wird von K+S befürwortet.

Mit der hier dargelegten Gesamtstrategie werden die Umweltbelastungen der Kaliproduktion weiter nachhaltig verringert und gleichzeitig Produktion und Arbeitsplätze im hessisch-thüringischen Revier langfristig gesichert.

14. Weitere Zusammenarbeit mit dem Runden Tisch

Der von den Ländern Hessen und Thüringen und K+S gemeinsam ins Leben gerufene Runde Tisch tagte erstmalig am 18.3.2008 in Kassel. Damit entsprachen die Landesregierungen und K+S den Forderungen der Fraktionen im Hessischen (Drs. 16/7536) und Thüringischen Landtag (Drs. 4/3452). Konsens aller Beteiligten ist ihr Bekenntnis zum Kalibergbau im hessisch-thüringischen Revier, zum Erhalt der dortigen Arbeitsplätze, zu einer nachhaltigen und umweltschonenden Wirtschaftsweise sowie zum Prinzip der gleichen und gerechten Lastenverteilung (vgl. Präambel unter www.runder-tisch-werra.de).

Aufgabe des Runden Tischs ist die Diskussion über die Verbesserung der Gewässerqualität von Werra und Weser und die Perspektiven nachhaltigen wirtschaftlichen Handelns in der Region auf eine konsolidierte sachliche Grundlage zu stellen, Vertrauen und Akzeptanz zu schaffen und tragfähige Lösungsvorschläge zu entwickeln.

Nach über einem Jahr intensiver Arbeit des Runden Tischs kann aus Sicht von K+S festgestellt werden, dass das Gremium unter Leitung von Prof. Brinckmann sehr erfolgreich arbeitet und eine wichtige Plattform zum Informations- und Meinungsaustausch zwischen allen Beteiligten geworden ist:

- Die Erwartungen der Beteiligten werden offen kommuniziert, alle arbeiten mit.
- Unter der wissenschaftlichen Leitung durch Prof. Dr. Borchardt arbeitet der Runde Tisch fachlich fundiert. Ein einheitlicher und unstrittiger Wissenstand ist gewährleistet und akzeptiert.
- Themen werden sachorientiert und konstruktiv betrachtet. Emotionen treten mehr und mehr in den Hintergrund der Debatte.
- Der Runde Tisch ist ein glaubwürdiges Sprachrohr in die Öffentlichkeit.
- Viele Bausteine wurden in die Wege geleitet, z.B. die wichtige Beauftragung von Expertisen zur Deckung von Wissenslücken und die Kategorisierung einzelner Maßnahmen.
- Ergebnisse des Runden Tischs sind bereits in das K+S Maßnahmenpaket (Herbst 2008), die öffentlich-rechtliche Vereinbarung und in die vorliegende Gesamtstrategie eingeflossen.

Der Abschlussbericht des Runden Tischs in Form der Empfehlungen steht aus und wird mit der Gesamtstrategie abgeglichen. Aber schon heute steht fest, dass der Runde Tisch ein Erfolgsmodell war und ist und fortgesetzt werden muss. Es gibt noch viel zu tun!

- Die Fortsetzung des Runden Tischs ermöglicht eine glaubwürdige öffentliche Kontrolle aller Maßnahmen zur Verringerung der Salzbelastung.
- Der Runde Tisch setzt den Dialog und hochwertigen Informationsaustausch zwischen allen Beteiligten fort. Das sorgt für einen einheitlichen Informationsstand bei allen Beteiligten.
- Der Runde Tisch garantiert eine sachgerechte öffentlichkeitswirksame Information.
- Der Runde Tisch sollte zusätzliche Vorschläge zur weiteren Reduzierung der Belastungen von Werra und Weser zu entwickeln. Klar ist, dass alle Belastungen reduziert werden müssen, wenn die Werra die Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie erreichen soll.

Unsere erklärte Bereitschaft, an einem dauerhaften Runden Tisch mitzuarbeiten, steht im Einklang mit den Beschlüssen der Landtage in Hessen und Thüringen aus dem Jahr 2007.